

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI



Fakulta textilní

**HODNOCENÍ KOMFORTNÍCH VLASTNOSTÍ ZIMNÍCH
MATERIÁLŮ PRO SPORTOVNÍ ÚČELY**

Diplomová práce

Ludmila Urbanová

Liberec 2013

HODNOCENÍ KOMFORTNÍCH VLASTNOSTÍ ZIMNÍCH MATERIÁLŮ PRO SPORTOVNÍ ÚČELY

COMFORT EVALUATION OF WINTER SPORTSWEAR FABRICS

STUDIJNÍ PROGRAM: N3108 PRŮMYSLOVÝ MANAGEMENT

STUDIJNÍ OBOR: PRODUKTOVÝ MANAGEMENT

Autor práce
Vedoucí práce

Ing. Ludmila Urbanová
Ing. Pavla Těšinová, Ph.D.

POČET STRAN TEXTU	87
POČET OBRÁZKŮ	40
POČET TABULEK	26
POČET GRAFŮ.....	11
POČET PŘÍLOH	04

LIBEREC 2013

Zadání

Název: Hodnocení komfortních vlastností zimních materiálů pro sportovní účely

- Proveďte teoretickou rešerši materiálů s membránou a požadavků na ně kladených pro sportovní použití. Zaměřte se na komfortní vlastnosti membrán a jejich princip.
- Proveďte měření vybraných mechanických a komfortních vlastností na membránových materiálech pro zhotovování sportovních oděvů.
- Proveďte statistické vyhodnocení dat. Výsledky jednotlivých typů materiálů porovnejte a diskutujte rozdíly.
- Diskutujte výsledky experimentu v rámci teoreticky definovaných požadavků a doporučte vhodné použití testovaných materiálů podle zátěže.

Literatura:

Sergej, Hloch. et al. Struktura, vlastnosti, diagnostika a technologie textilií. Vyd. 1. Prešov : 2006. 277 s. ISBN 80-8073-668-5

ČSN EN ISO 31092 (80 0819) : Textile - zjišťování fyziologických vlastností - měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek. Praha : Český normalizační institut, 1996. 16 s.

J.B. Finean, R.H. Michell. Membrane structure. 1.vyd. Amsterdam : Elsevier, 1981. 271 s. ISBN 0444-800303-3

P r o h l á š e n í

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala za odborné vedení a cenné rady při tvorbě mé diplomové práce Ing. Pavle Těšinové a rovněž bych ráda poděkovala firmě Husky za poskytnutí materiálů a zejména pak paní Lence Mokryšové, která se mi věnovala v rámci komunikace s firmou.

Anotace

Materiály s membránou jsou v dnešní době hitem v oblasti funkčního oblečení, neboť zajišťují současně propustnost vodních par a jsou rovněž odolné proti průniku vody z vnějšího okolí. Celosvětově se jedná o produkt, který je velice oblíben u spotřebitelů i když mnohdy jeho jednotlivé parametry bývají pro velkou část uživatelů tajemstvím. Často je rovněž problém skombinovat správné materiály, jako je např. podšívka, vrchní textilie a membrána, tak, aby výsledný produkt splňoval všechny požadavky na něj kladené. Tuto otázku je nutné znovu a znovu řešit při návrhu a konstrukci nových výrobků, proto je práce zaměřena na zimní kolekci 2012/13 firmy Husky, kdy se k vytvoření finálního produktu přistupuje ze široka od shrnutí druhu membrán, přes testování materiálů, při kterém se zkoumá rovněž možný vliv změny barevnosti na vlastnosti těchto textilií, až po samotné navrhnutí a zkonstruování výrobku zimní bundy s membránou.

Klíčová slova

hydrofilní membrána, hydrofobní membrána, propustnost vodních par, prodyšnost, porozita, odpor vedení tepla, tepelná vodivost, komfort, hydrostatická odolnost, funkční oblečení, zimní bunda, difúze, relativní vlhkost, koncentrace par

Anotation

In these days membrane materials is the priority number one in the area of functional textiles, because they are waterproof and breathable in the same time. Globally, it is a product that is very popular with consumers even if sometimes the technical parameters of product are a huge mystery for them. Sometimes there is a problem to connect right materials such as lining, upper fabric and the membrane, so that the final product should be the best way to maximize protection and comfort for the wearer. This question should be solve again and again, when we create the new products, that is why this work is focused on the winter collection 2012/13 of Husky company. The first step in this work is to summarize all facts about membrane fabric, than continue through testing Husky's materials, when we also examine possible influence on technical parametres due to different color of tested textiles and finally we design functional winter jackets with the membrane.

Key words

hydrophilic membrane, hydrophobic membrane, water vapor permeability, permeability, porosity, heat resistance, heat conductivity, comfort, waterproof, functional clothing, winter jacket, diffusion, relative humidity, vapor concentration

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	9
ÚVOD	11
1. HUSKY.....	12
1.1 <i>Historie firmy Husky.....</i>	<i>12</i>
2. POUŽÍVANÉ MATERIÁLY PRO VÝROBU ZIMNÍCH SPORTOVNÍCH ODĚVŮ	14
2.1 <i>Současné tendence v zimním oblečení</i>	<i>14</i>
2.1.1 Péřové bundy.....	15
2.1.2 Bundy se zátěrem	17
2.1.3 Bundy s membránou.....	18
2.1.4 Laminátové bundy.....	22
2.1.5 Softshellové bundy.....	24
2.1.6 Bundy z inteligentních materiálů	25
2.1.7 Konstrukce bundy	26
2.2 <i>Některé používané druhy materiálů s membránou pro svrchní vrstvu zimního oblečení</i>	<i>28</i>
2.2.1 Paclite®.....	28
2.2.1 Windstopper®	28
2.2.2 Dermizax®	29
2.2.3 Entrant	30
2.2.4 Gelanots Eco	31
2.3 <i>Některé další druhy materiálů pro svrchní vrstvu zimního oblečení</i>	<i>32</i>
2.3.1 Pertex®.....	32
2.3.2 Entrant.....	32
2.4 <i>Některé používané druhy materiálů pro vnitřní vrstvu zimního oblečení</i>	<i>33</i>
2.4.1 Polartec®.....	33
2.4.2 Stunner®Stretch.....	33
2.4.3 Fieldsensor®	33
3. KOMFORT	34
3.1 <i>Psychologický komfort.....</i>	<i>34</i>
3.2 <i>Senzorický komfort.....</i>	<i>35</i>
3.3 <i>Patofyziologický komfort</i>	<i>36</i>
3.4 <i>Termofyziologický komfort.....</i>	<i>37</i>
3.5 <i>Lidské tělo a jeho termoregulace.....</i>	<i>39</i>
3.6 <i>Přenos tepla mezi okolím a člověkem</i>	<i>41</i>
3.6.1 Přenos tepla kondukcí	41
3.6.2 Přenos tepla konvekcí.....	42

3.6.3	Přenos tepla radiací	43
3.6.4	Evaporace	44
3.6.5	Respirace	45
3.7	<i>Odvod plynné vlhkosti</i>	45
3.4.1	Přenos vlhkosti vedením	46
3.4.2	Přenos vlhkosti prouděním.....	46
3.8	<i>Odvod kapalné vlhkosti</i>	47
3.5.1.	Kapilární odvod vlhkosti.....	47
3.5.2.	Sorpční odvod vlhkosti.....	48
3.5.3.	Odvod vlhkosti difúzí.....	49
4.	SOUČASNÉ MĚŘENÍ TEPELNĚ KOMFORTNÍCH VLASTNOSTÍ.....	50
4.1	<i>Permetest</i>	51
4.2	<i>ALAMBETA</i>	53
4.3	<i>Hydrostatická odolnost „vodní sloupec“</i>	55
4.4	<i>Martindale</i>	56
5.1	<i>Měření propustnosti textilií vzduchem – přístroj FX 3300</i>	59
5.	LABORATORNÍ ZJIŠŤOVÁNÍ TEPELNĚ KOMFORTNÍCH VLASTNOSTÍ	60
5.2	<i>Měření na přístroji ALAMBETA</i>	62
5.3	<i>Měření na přístroji Permetest</i>	67
5.4	<i>Měření na přístroji FX 3300</i>	70
5.5	<i>Měření hydrostatické odolnosti</i>	72
5.6	<i>Měření na přístroji Martindale</i>	74
6.	DISKUZE VÝSLEDKŮ.....	77
7.	NÁVRH ZIMNÍ BUNDY	80
7.1	<i>Konstrukce zimní bundy</i>	80
7.2	<i>Design zimní bundy</i>	85
ZÁVĚR.....		86
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		88
SEZNAM PŘÍLOH		91

Seznam použitých symbolů

h	tloušťka materiálu [mm]
q	tepelný tok (vodivost) [W/m^2]
λ	měrná tepelná vodivost [$\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$]
c	měrná tepelná kapacita [$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$]
b	tepelná jímavost [$\text{W m}^{-2} \text{s}^{1/2} \text{K}^{-1}$]
r	plošný odpor vedení tepla [$\text{W}^{-1} \text{Km}^2$]
a	měrná teplotní vodivost [$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$]
p	poměr maximálního a ustáleného tepelného toku [1]
R_{et}	výparný odpor [$\text{Pa.m}^2/\text{W}$]
n	počet měření [1]
f_s	koeficient tření [-]
D_f	drsnost povrchu [-]
S	stlačitelnost (plnost) [-]
ε	roztažnost [%]
B	ohybová tuhost (v jednotkách KES) [10^{-7}Nm^{-2}]
G	smyková tuhost (v jednotkách KES) [g.m^{-2}]
$\Delta t/\Delta x$	teplotní gradient
R_{CL}	celkový odpor [$\text{W}^{-1} \text{Km}^2$]
$R_{1...n}$	odpory jednotlivých vrstev [$\text{W}^{-1} \text{Km}^2$]
R_E	vnější tepelný odpor [$\text{W}^{-1} \text{Km}^2$]
Q_c	tepelný tok konvekci [W/m^2]
S_T	účinná plocha povrchu těla [m^2]
α_c	koeficient (součinitel) přestupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]
t_1	střední teplota povrchu těla [$^{\circ}\text{C}$]
t_2	teplota okolního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]
v	rychlost proudění vzduchu [m/s]
p_{WSAT}	koncentrace nasycených par, nebo také nasyceného (parciálního) tlaku pokožky [Pa]

p_{WE}	koncentrace nasycených par, nebo také nasyceného (parciálního) tlaku okolí [Pa]
φ	relativní vlhkost [%]
L	výparné teplo vody [J/Kg]
m^*	vteřinové množství odparu vlhkosti [kg/m ² s]
β	koeficient přestupu vlhkosti prouděním [kg/m ² .s.Pa]
M_W	molární koncentrace vodní páry
T	absolutní teplota vodní páry
R	obecná plynová konstanta
ΔC	gradient koncentrace hmotnosti [kg H ₂ O/1 Kg vlhkého vzduchu]
C_{WSAT}	hmotnostní koncentrace nasycených par pokožky
C_{WE}	hmotnostní koncentrace nasycených par okolí
D_p	difúzní koeficient [kg/m s Pa] prodyšnost [l/m ² /s] hydrostatické odolnosti materiálů [m.H ₂ O]

Úvod

V dnešní době existuje na trhu s oblečením celá řada výrobků, kterým se říká tzv. funkční oblečení. Na různých webových stránkách můžeme nalézt nabídky s funkčním prádlem, bundami, kalhotami, botami, které mají rozsáhlé popisy o skvělé nepromokavosti, prodyšnosti, větruodolnosti atd. Mnohdy je tento popis pouze slovního ražení a zcela chybí základní technické údaje, konkrétní čísla, která pomohou spotřebiteli jasně stanovit k jakému účelu a jakou odolnost materiál skutečně má a jakým způsobem byl testován. Samotný uživatel poté nemá ani možnost srovnání mezi jednotlivými výrobky. Zdali je pro něho vhodnější užití klasických materiálů, jako je například peří, nebo jestli si má pořídit oblečení z těch nejnovějších druhů funkčních materiálů. Mnohdy ani běžný spotřebitel netuší, co všechno by měl ten nebo onen funkční materiál splňovat a za co všechno při koupi takto vytvořeného produktu připlácí.

Práce se proto podrobněji zabývá sportovním oblečením pro zimní období, zejména pak bundami a všemi možnými druhy zpracování tohoto produktu. Pro vytvoření kvalitního produktu je zapotřebí určit, co vše má výrobek splňovat z hlediska komfortu a technických parametrů. Díky firmě Husky bylo možné provést všechny potřebné testy, které firma běžně provádí u nových kolekcí a které by zajisté měli provádět všechny firmy vytvářející nové funkční oblečení. Vzhledem k tomu, že materiály pro zimní kolekci Husky 2012/13 byly zejména tvořeny z laminovaných materiálů s membránou, je práce zaměřena na testování komfortních a mechanických vlastností membránových materiálů. Zde se opět setkáváme u výrobců funkčního oblečení s nedostatečně označenými produkty, neboť velmi často není na výrobku vůbec zmíněno, o kterou membránu se jedná. Cílem práce je proto adekvátně vyhodnotit technické a komfortní vlastnosti testovaných materiálů, zhodnotit zdali jejich rozdílná barevnost má vliv na zpracování a určit jejich správné použití, co se týče sportovní zátěže v určitých klimatických podmínkách a rovněž jejich co nejvhodnější zpracování pro výrobek zimní bunda.

1. Husky

1.1 Historie firmy Husky

Společnost Husky byla založena v roce 1997, tehdy se specializovala pouze na výrobu a produkci campingového vybavení, turistických batohů, spacích pytlů a stanů. Vůbec prvními produkty firmy byly spací pytle a outdoorové bundy. Od roku 1999 svůj sortiment rozšířila i o sportovní oblečení. Z počátku se rozvíjela v rámci České republiky a přibližně v roce 2003 začala ve větší míře působit i v zahraničí. Nejprve na Slovensku a poté své pole působnosti rozšířila i do Francie. V současné době má své obchodní zastoupení ve více jak dvaceti zemích Evropy a Ameriky. V Evropě působí na Slovensku, Ukrajině v Polsku, Maďarsku, Německu, Rakousku, Francii, Litvě, Lotyšsku, Estonsku, Slovinsku, Velké Británii, Švédsku a Holandsku. Dalším cílem v zahraničním rozšiřování firmy je vstoupení na trhy čínské a na další trhy v ostatních asijských zemích [14, příloha č. 3].

Od počátku se firma zaměřovala na dokonalou funkčnost, kvalitu a originalitu svých výrobků. Samostatně vytvářela materiály i celkový vzhled svých produktů. Jejími zákazníky jsou především lidé, kteří aktivně tráví svůj volný čas sportem nebo pobytem v přírodě. Nejedná se pouze o extrémní sportovce, ale i o obvyčejné turisty, kteří vyžadují dokonalou kvalitu a pohodlnost od svého oblečení. Cílem firmy nikdy nebylo masové rozšíření své značky po celém světě, zaměřuje se spíše na úzkou skupinu zákazníků, kteří jsou příznivci outdoorových sportů a turistiky [14, příloha č. 3].

Společnost Husky dnes dodává na trh zboží, které rozděluje do pěti základních kategorií [15]: stany, spacáky, batohy, textil a doplňky. Jednotlivé kategorie jsou dále rozděleny podle aktivity, pro kterou jsou výrobky určeny. Stany jsou děleny na klasické campingové “outdoor“, rodinné, cyklistické, rybářské a řadu “extrém“, která je speciálně vyvinuta pro vysokohorské výpravy. V nabídce spacáků můžeme rovněž nalézt řadu „extrém“ a dále spacáky dětské, dekové, cyklistické a běžné campingové spacáky “outdoor, premium a comfort“. U batohů se v poslední době rozšířil sortiment o batohy městské a školní, jinak firma nabízí turistické, expediční, cyklistické a tzv. “in line“ batohy. V textilu se můžeme setkat s širokou nabídkou oblečení pro pány, dámy i děti od bund přes kalhoty až po spodní prádlo. Tuto nabídku ještě rozšiřují doplňky v podobě náčiní pro kempování, bot, slunečních brýlí, rukavic, čepic, obalů na snowboardy a lyže, trekkingových holí, lyžařských helem, svítilen a jiného specializovaného vybavení pro outdoorové sporty [14, 15, příloha č. 3].

Z hlediska prodejnosti výrobků je nutné se zaměřit na jednotlivé etapy růstu společnosti. V počátku fungování firmy se jednalo hlavně o outdoorové vybavení, do kterého spadaly spacáky, stany a batohy. Dnes se již vybavení a textil podílí stejným měřítkem na celkových tržbách firmy. Nicméně velmi dobře se v dnešní době prodávají batohy, zejména menších objemů a rovněž i spací pytle. Zpětně je rovněž možné zmínit výrazně zvýšený prodej rodinných stanů. V oblasti prodeje textilu se tradičně dobře prodávají zimní a softshellové bundy, funkční trika a tzv. “druhé vrstvy“ oblečení [14, 15, příloha č. 3].

Nově vyvíjené výrobky jsou pravidelně testovány a to jak v laboratorních podmínkách v TZÚ Brno, SGS apod., tak i v podmínkách přirozených v rámci různých expedic a výprav. Jedinci pro přirozené testování jsou vybíráni z lidí, kteří se věnují outdoorovým aktivitám a mají díky tomu spoustu zkušeností a jsou schopni přinést užitečný výstup z testování. V laboratorních podmínkách se testuje u oblečení prodyšnost, voděodolnost, oděr, žmolkovatost a stálobarevnost, u vybavení se pak hlavně jedná o voděodolnost, prodyšnost, tepelnou izolaci a oděr.

Materiály pro výrobu jednotlivých produktů jsou hlavně funkční materiály s membránou, různé speciální úplety, velmi často firma používá Cooldry materiály. Dříve také vyráběla produkty z materiálů japonské firmy Toray. Vrstvené materiály používala firma již od počátku své existence. Dnes zejména na bundy aplikují dvouvrstvé, dvouapůlvrstvé, třívrstvé a tříapůlvrstvé materiály. Ve výrobě také aplikují silikonové zátěry, zejména na látkách určených pro výrobu stanů. Firma se zatím nepodílela na výzkumu a ani nevyužívá žádné v České republice vytvořené materiály. Výroba se ale může zaštitit úspěšným složením ekologického auditu.

Pro vytváření designů jednotlivých výrobků společnost využívá služeb externích návrhářů, jak z českých, tak i ze zahraničních zemí. Cílem firmy je neustálá obměna podoby jednotlivých kolekcí, ať už se jedná o jaro, léto nebo zimu, kolekce proto nejsou stále od jednoho návrháře. Tato inovace je rovněž podporována účastí na různých výstavách a také neustálými diskuzemi s odborníky ze světa módy i s firemními dodavateli materiálů, neboť často vzniká návrh oděvu, který je založen přímo na koupi nového materiálu [příloha č. 3].

2. Používané materiály pro výrobu zimních sportovních oděvů

2.1 Současné tendence v zimním oblečení

Současnými trendy v zimním oblékání pro zimu 2012/2013 jsou materiály již osvědčené z předešlých let. Je ale samozřejmé, že výrobci zimního oblečení přišli i tento rok na český trh s novými modely. Změna v oděvech byla v kolekcích jednotlivých firem patrná i na první pohled, neboť se často jednalo hlavně o změnu barevného vzezření celé kolekce, aby co nejvíce zaujala, dále šlo o různorodé změny ve střizích oděvů a v jejich co největším odlehčení. Snaha o celkové odlehčení outdoorových výrobků byla tento rok nejvíce patrná u stanů, který se se svou váhou dostali až pod 1 kg. Dalším parametrem, který je stále více sledován, je recyklovatelnost materiálů a celkový dopad na životní prostředí, kdy existují určité ekologické standardy, kterými se mohou výrobci a jejich výrobky prokázat. Tento trend je ale často využíván i ke klamavým reklamám na úkor kvality výrobku. V neposlední řadě je důležité zmínit i vliv ekonomiky na výrobu a inovace, kdy většina firem byla v tomto roce 2012 nucena hlavně snižovat náklady, což mělo zajistit i dopad na jejich nové kolekce a použité materiály [6, 8].

V moderních trendech v zimním oblékání jsou stále platné principy zateplení pomocí jednotlivých od sebe oddělených vrstev oblečení, ale také jsou i na trhu oděvy, které se snaží skloubit více vrstev dohromady v podobě různých laminátů, zátěrů, chemického ošetření a tím tak dosáhnou snížení celkové hmotnosti a štíhlého vzhledu. U zateplení pomocí jednotlivých vrstev se používá první vrstva, neboli spodní prádlo, které by mělo odvádět vlhkost od pokožky a poskytovat příjemný teplý omak. Další vrstvou je hlavní tepelná izolace v podobě svetřů, mikin, flísových bund aj. a poslední, neboli vrchní vrstva by měla zajišťovat nepromokavost a podle podmínek určitou prodyšnost a tak zajišťovat dostatečnou ochranu proti nepříznivým okolním podmínkám [6, 8].

Charakteristika jednotlivých vrstev [6, 8, 16]:

- 1) Spodní vrstva – měla by zajišťovat neustálý pocit tepla a sucha, vlhkost musí být odváděna z povrchu lidské pokožky čím dále tím lépe, materiál vysychá a nevzniká tak nepříjemný vlhký pocit při dotyku. Rovněž se bere i ohled na vzhled a módnost vrstvy, neboť při teplejším počasí ji nosíme i samostatně. Materiálů pro spodní vrstvy je celá řada od přírodních, např. bavlna, přes směsi se syntetickými vlákny až po čistě syntetické např. polyester nebo polypropylen. Asi nejznámějším spodním prádlem je

dnes tzv. funkční termoprádlo, které nejlépe odvádí vlhkost díky tzv. knotovému efektu a díky speciálně upraveným vláknům, ať už se jedná o vlákna např. polyesterová, polypropylenová nebo jiná. Polyester má výhodu, že je odolnější, tvarově stálější a jde dobře povrchově barvit, naproti tomu polypropylen má nižší hmotnost a menší nasákavost. V dnešní době je rovněž oblíbené mikrovláknenné spodní prádlo, které má velmi dobré vlastnosti a dokonale přilne ke křivkám lidského těla, což zajišťuje příjemný teplý omak.

- 2) Tepelně izolační vrstva – zajišťuje hlavní tepelnou izolaci. Pro tento účel se používá mnoho druhů materiálů, jako je vlna, peří, syntetické materiály a také se aplikují různé povrchové úpravy, např. nepromokavá, antibakteriální. Používá se mnoho druhů flísů, péřových, syntetických a vlněných svetrů nebo i softshell, který propojuje tepelné vlastnosti s protivětrnými a i s částečnou nepromokavostí. Existují také membrány, které se integrují do oděvu, např. Windstopper, NoWind, Windbloc, které chrání proti průniku větru.
- 3) Vrchní vrstva – její hlavní funkcí je ochrana proti průniku vody a větru, což by ale nemělo úplně bránit odvodu vlhkosti od povrchu těla. Pro tuto vrstvu se používají bundy, větrovky a pláštěnky. Opět je možné použít mnoho druhů materiálů, zde se ale setkáváme se specifickými povrchovými úpravami a se speciálně vyvinutými materiály v podobě různých zátěrů, membrán a laminátů, které mohou spojit funkci tepelně izolační vrstvy s vrchní vrstvou. Vystává zde také i diskuze, který materiál je vhodnější, jestli peří nebo syntetika. V podstatě je možné říci, že pro mrazivé, ale suché počasí je vhodnější peří, protože má vynikající izolační vlastnosti, a zabraňuje proudění vzduchu uvnitř vrstvy, kdežto pro vlhké mrazivé počasí vhodné není, neboť navlhne a ztrácí svůj objem a tím i své jedinečné vlastnosti. Pro vlhké počasí jsou proto vhodnější syntetické materiály, které si zachovávají své izolační vlastnosti i ve vlhkém prostředí. Zde je možné zmínit bundy se zátěrem, membránové, laminátové a nebo softshellové.

2.1.1 Péřové bundy

Jak již bylo popsáno výše, péřové bundy jsou vhodné do mrazivého ale ne vlhkého počasí. Důležitá je celková tloušťka vrstvy obsahující peří, neboť tato vrstva zabraňuje proudění vzduchu a tudíž i jeho ochlazování. Čím tlustší bude, tím bude tepelná izolace větší, tento fakt samozřejmě platí i pro syntetické materiály, kde se objemu dosahuje pomocí více

vrstev. Vliv na kvalitu u péřových bund nebo u syntetických má také hmotnost oděvu a jeho sbalitelnost. Aby zůstala kvalita zachována i při nižší hmotnosti, musí být péřová výplň nebo syntetický materiál dostatečně kvalitní, s čímž samozřejmě souvisí i nárůst ceny oděvu. Velmi důležitými parametry pro péřové oděvy je plnivost a procentuální podíl prachové složky. Plnivost udává objem daný hmotností peří v tzv. načechráném stavu. Je udávána v jednotkách cuin. Jednotka cuin je objem udávaný v krychlových palcích obsahující objem jedné unce peří (cca 28,35 g). Čím vyšší je číslo cuin, tím kvalitnější je izolace a sbalitelnost, ale také tím vyšší je i cena. Kvalitní bundy mají peří nad 700 cuin a špičkové vybavení má cuin přes 800. Plnivost je v podstatě schopnost peří nabýt objemu a vytvořit tzv. loft, což je vytvoření dostatečné izolační vrstvy vzduchu a peří, toto umožňují také pevnější brčka peří, které plní tzv. funkci pružinek a nadzvedávají krycí materiál. S těžší krycí tkaninou musí být poměr brček v prachové složce vyšší, proto je i velmi důležitá hmotnost krycí textilní vrstvy. Poměr prachového peří je většinou 90%, protože pokud by bylo prachového peří méně, byla by i snížena tepelná izolace a tedy i plnivost. Podíl prachového peří je označován 90/10, nebo i vyšší 95/5, 97/3. Tepelná izolace je tvořena neproudícím vzduchem a peřím, které zabraňuje proudění vzduchu, jak již bylo zmíněno výše. Suchý neproudící vzduch dokonce i předčí izolaci pomocí polystyrenu, viz tabulka tepelných vodivostí níže [6, 2].

Materiál	Měrná tepelná vodivost [W.m⁻¹K⁻¹]
vakuum	0
suchý vzduch	0,024
polystyren	0,040
sníh	0.1 – 1.3
voda	0.5
led	2.2

Tab. č. 1 Přehled tepelných vodivostí [6]

Výhody péřových bund [6, 2]:

- vynikající tepelná izolace v suchém podnebí
- dobrý odvod vlhkosti
- dobrá cenová dostupnost
- dobrá mechanická odolnost
- poměrně nízká hmotnost

Nevýhody péřových bund [6, 2]:

- horší údržba

- velmi nízká odolnost proti dlouhodobému působení vlhkosti
- není vhodné pro elastické materiály
- nutná určitá tloušťka oděvu

2.1.2 Bundy se zátěrem

Bundy se zátěrem vznikají nanášením vhodné hmoty přímo na nosný materiál, tato hmota vytvoří určitou vrstvu, která pozmění parametry samotného materiálu. Materiál pak může mít lepší odolnost proti větru nebo průniku vody. V Čechách se můžeme setkat i s pojmem klimatická membrána, tento název pro zátěry je ale zcela nesprávný a pro spotřebitele značně matoucí. Pro zátěrovou hmotu se nejčastěji používá polyuretan (PU), akryl anebo polyvinylchlorid (PVC). Existují samozřejmě i další chemické sloučeniny, ale nejčastěji se používá polyuretan [8, 19, 2].

Tkaniny mohou být povrstveny následujícím způsobem [1]:

- mikroporézní vrstva, velikost pórů menší než 2 – 3 μm
 - mechanické propichování – mikroperforační technika
 - přímé nebo nepřímé (přenosový tisk) – drcená pěna
- koagulační technika (suchá koagulace, vlhká koagulace)
- hydrofilní povrstvení, velikost pórů menší než 0,001 μm .

Výhody bund se zátěrem [1]:

- větší elasticita
- vlhkost se rychleji odvádí než u laminátů
- porézní struktura umožňuje kvalitní tepelnou izolaci
- nižší cena

Nevýhody bund se zátěrem [1]:

- dražší než jsou textilie s hustou dostavou
- poměrně nízká mechanická odolnost
- nižší odolnost proti dlouhodobému působení vlhkosti
- rozpouštědla používaná při výrobě musí být ekologicky recyklovatelná

2.1.3 Bundy s membránou

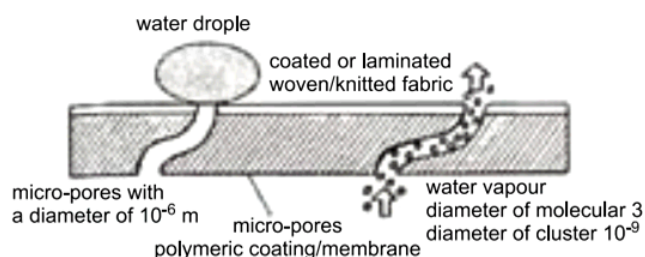
Bundy s membránou jsou šity z materiálů, které spojují nosnou tkaninu a membránu, která vylepšuje vlastnosti nosného materiálu. Nepropouští vodu z vnějšího prostředí, umožňuje prostup vodních par od povrchu těla a zdokonaluje další vlastnosti podle typu membrány. Membrána může být s nosnou tkaninou pevně spojena, což je také možné nazývat laminací, kdy vznikají dvou a vícevrstvé lamináty, nebo může být mezi jednotlivé vrstvy bundy pouze vložena. Samotná membrána je tvořena z polymerů a může být jedno až šestivrstevná. Její šíře se pohybuje pouze v jednotkách mikrometrů. Je tvořena z různých druhů polymerů, např. z biopolymerů jako je celulóza nebo ze syntetických jako je polytetrafluorethylen (PTFE), polyester (PES) nebo polyuretan (PU). Hlavním rysem membránových materiálů je jejich velmi dobrá propustnost vodních par a vynikající schopnost odpuzování vody z vnějšího prostředí. Existují dva hlavní typy membrán mikroporézní a hydrofilní [17, 19, 4, 8].

Materiály podle typu membrány [1, 17, 19, 4, 18, 20, 16]:

a) Mikroporézní, hydrofobní membrány, kdy je průměr póru $0,1 - 3 \mu\text{m}$, což umožňuje prostupnost vodních par a zároveň i nepromokavost. Tyto membrány mají relativně nízkou povrchovou energii (povrchové napětí v kontaktu s vodou). A nejčastěji se vyrábí z rozpínavého PTFE, což je tenký film s miliardami pórů/ cm^2 , kdy je každý pór 20 000 krát menší než je vodní kapka a 700 krát větší než molekula vodní páry. Prostup vodních par je vždy odvislý od porézní struktury materiálu [1, 17, 19, 4, 20, 16].

Podle typů pórů můžeme dělit na[16]:

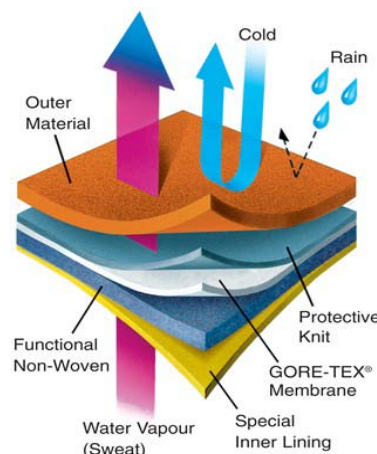
1. otevřené, kdy vodní pára proniká zejména přes póry kapilárním a knotovým efektem, difúzní mechanismus zde nehraje velkou roli.
2. polootevřené a polozavřené, kdy vodní pára proniká skrz membránu hlavně díky difúznímu mechanismu, molekuly vody musí proniknout přes tenký film.



Obr. č. 1 princip průchodu vodní páry u mikroporézní, hydrofobní membrány s otevřenými póry [20]

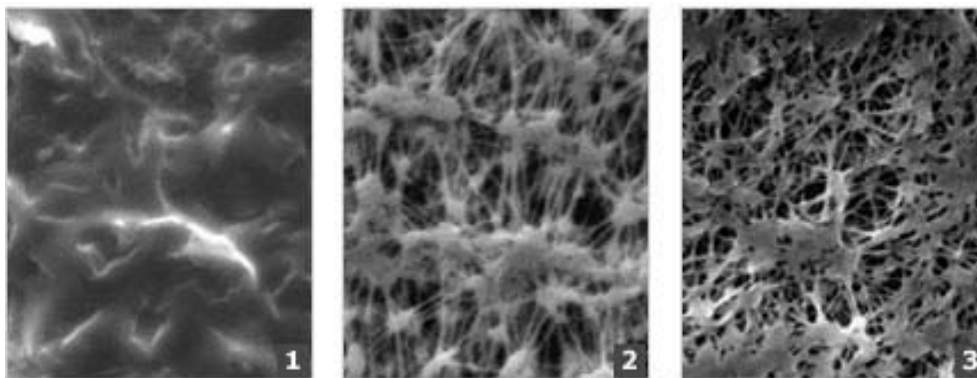
Výroba u membrán z PTFE je prováděna protlačováním přes šterbinu, poté při dloužení ve dvou směrech dochází k tvorbě mikropórů. Dloužení probíhá pod teplotou tání a při vysoké rychlosti.

Nejznámějším výrobcem těchto materiálů je firma GORE a její, ve světě dobře známý, materiál GORE-TEX®, který má 5,2 miliard pórů na jeden metr čtvereční. GORE-TEX® je membrána vytvořená ze dvou částí. Na spodní straně je polytetrafluorethylen (PTFE), který je opatřen oleofobní vrstvou chránící membránu před přírodními oleji z těla, tato vrstva dále obsahuje repelenty na ochranu proti hmyzu a kosmetické přísady. Vnější vrstva je podvrstvena tzv. DWR (Dural Water Repellency) hydrofobní povrchovou úpravou, kdy kapky vody stékají po povrchu a nedochází tak k namoknutí materiálu [16, 19, 20, 18, 17].



Obr. č. 2 vrstvy Gore-Tex [18]

Úprava DWR se dříve nepoužívala, což vedlo k ucpávání pórů, díky používání různých masťů a olejů na pokožku. Ucpání pórů vedlo ke snižování voděodolnosti a propustnosti vodních par. Na níže uvedených obrázcích jsou vidět další povrchové úpravy membrány PTFE s polyuretanovým filmem a s olejofobní úpravou.



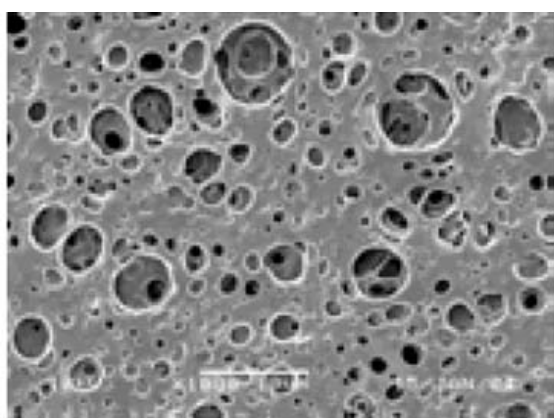
Obr. č. 3 PTFE membrána Gore-Tex [22]

1. Polyuretanový film (vnitřní rubový vzhled membrány Gore-Tex)
2. PTFE (vnější lícni vzhled membrány Gore-Tex)
3. PTFE s olejofobní úpravou (eVent membrána)

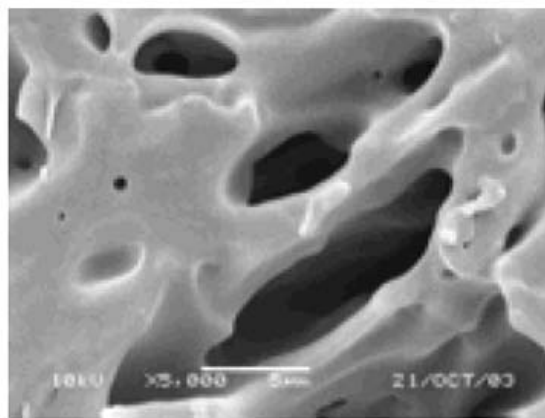
Další možná výroba mikroporézních membrán z různých druhů polymerů je perforování neprodyšné membrány pomocí elektronového mikropaprsku., který vytvoří póry

skrz membránu. Nebo další způsob pomocí určitých rozpouštědel, který při odpařování vytváří póry. Tento proces je nazván koagulace a můžeme ho najít např. u membrány Porelle od firmy Porvair [20].

Pro další porovnání jsou níže uvedeny další mikroskopické snímky, tentokrát se jedná o polyuretanovou (PU) membránu, která má více jak 50% svého povrchu pokrytého póry, které většinou dosahují velikosti od 1 do 3 μm . Na obrázku povrchu membrány jsou patrné i větší póry 8 – 9 μm , těch je ale minimální množství. Z toho ale vyplývá, že membrána je tvořena z různě širokých pórů, které tvoří rozsáhlou síť mikrokapilár. Póry jsou směřované v různých uhlech a mají rozlišnou délku [16, 19, 20].



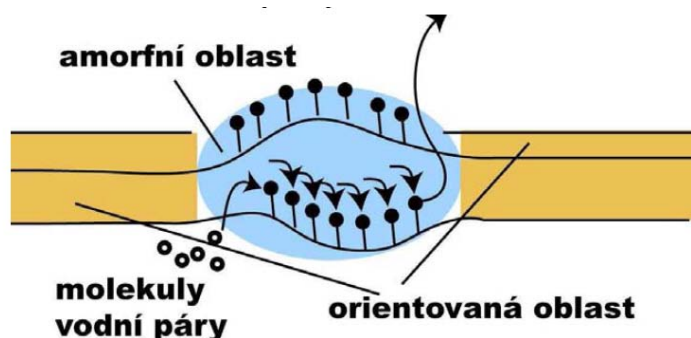
Obr. č. 4 mikroporézni povrch PU membrány (vnitřní strana – rub), přiblížení x 1000 [20]



Obr. č. 5 pohled na mikropóry PU přiblížení x 5000 [20]

Další obchodní značky používající mikroporézni, hydrofobní membrány jsou Paclite, Windstopper.

b) Neporézni, hydrofilní membrány, jsou tenké filmy, které neobsahují žádné póry, a tudíž membrána může fungovat pouze na principu difúze. Tento typ membrán absorbuje vlhkost na jedné straně a na druhé se vlhkost odpařuje. Proces přechodu vodních par je závislý na koncentračním gradientu, tedy rozdílu koncentrace vodní páry vnitřního prostředí oproti vnějšímu prostředí. Molekuly vodní páry přechází z místa s vyšší koncentrací do místa s nižší koncentrací a to přes amorfni část membrány, kde je vazebná energie molekul nejnižší. Membrána je složena z amorfni (neorientovaných) a orientovaných oblastí [16, 19, 17].

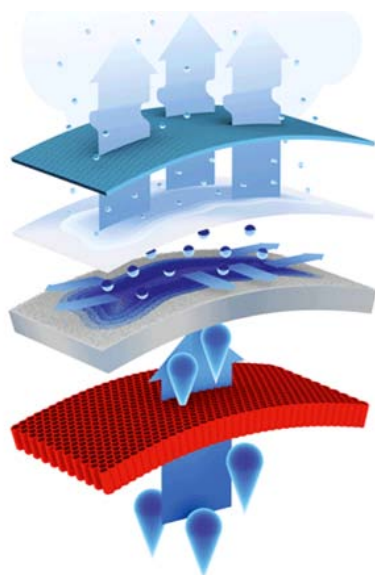


Obr. č. 6 průchod molekul vodní páry skrz hydrofilní membránu [19]

Hydrofilní membrány jsou výhodnější oproti klasickým porézním membránám, protože je jejich povrch hladký a nevstřebává tuk a tudíž nemůže dojít k ucpání pórů, membrána se proto chová více jako textilie než jako folie. Vyrábí se z chemicky modifikovaného polyesteru nebo polyuretanu. Modifikace je prováděna pomocí polyetylenoxidu.

Tento typ membrán je využíván firmami [16, 19, 2, 31]:

- Sympatex film (polyester), vyrobeno - Enka Glanzstoff (D),
- Bion II film (polyurethan), vyrobeno - Toyo Cloth C ∞ /J,
- Excepor-U (polyamioacid/PU), vyrobeno - Mitsubishi-Kasei,
- Gelanots,
- Dermizax (polyurethan), vyrobeno – Toray (Japonsko).



- 1) ochranná vrchní vrstva
- 2) hydrofilní membrána
- 3) prostřední vrstva
- 4) podšívka

Obr. č. 7 laminace materiálu Sympatex [23]

Každý materiál označený jako membrána musí mít následující vlastnosti [1, 6]:

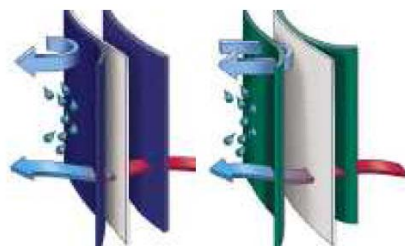
- propustnost pro vodní páry
- dostatečnou odolnost proti větru
- odolnost proti tlaku vody a působení deště
- nízkou hmotnost
- odolnost vůči mechanickému poškození
- dobrou odolnost při suchém čištění či praní

2.1.4 Laminátové bundy

Jak již bylo zmíněno výše, laminátové bundy jsou tvořeny z více vrstev, zpravidla spojením membrány, nosného materiálu nebo i podšívkoviny. Díky složitosti laminace někdy dochází ke zhoršení některých vlastností nosných textilií a naopak zase k zlepšení jiných. Při pojení je proto důležité snažit se o celkové zlepšení kvality materiálů. Kvalita laminování je ale samozřejmě odvislá od ceny, postupu výroby a kladených funkčních požadavků [1, 6].

Existují základní druhy laminátů [2, 6, 8]:

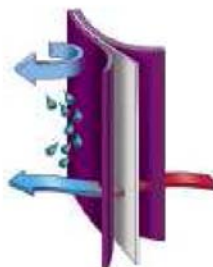
- Dvouvrstvé lamináty jsou tvořeny spojením membrány s vrchním nebo spodním materiálem. Laminovaná membrána s vrchní textilií je chráněna volně spojenou podšívkou, která zároveň brání dotyku membrány s pokožkou. Toto spojení se nejčastěji používá pro sportovní oděvy. Spojení ale může být i opačné, což je méně běžné, laminace podšívky s membránou.



Obr. č. 8 dvouvrstvá laminace [19]

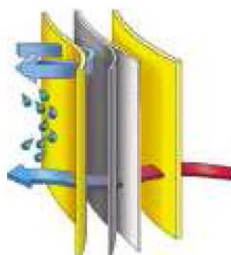
- Douapůlvrstvé lamináty jsou momentálně novinkou, oproti třívrstvé laminaci, je spodní materiál, neboli membrána, opatřen nánosem, který chrání proti mechanickému poškození. Toto provedení bundy je pro nošení příjemnější, poddajnější, lehčí, dobře sbalitelné a zároveň odolnější proti poškození.
- Třívrstvé lamináty jsou mechanicky nejodolnější, vhodné do extrémních podmínek. Nevýhodou je ale jejich tuhost, nepoddajnost a nemožnost vzduchové

mezivrstvy, která zlepšuje izolaci. Jejich tuhost a nepoddajnost je možné snížit pomocí laminace s elastickými materiály. Jsou tvořeny spojením vrchního materiálu, membrány a podšívky v jeden kompaktní celek, membrána je nelaminována mezi podšívku a vrchní materiál. Tímto způsobem jsou vyráběny i tzv. softshell.



Obr. č. 9 třívrstvá laminace [19]

- Z-liner laminace není vhodná pro sportovní využití nebo do extrémních podmínek. Tento typ je používán zejména pro městské oblečení. Membrána je nalaminovaná na lehkou textilií a tato samostatná vrstva je vložena mezi vrchový a podšívkový materiál.



Obr. č. 10 Z-liner laminace [19]

Způsoby laminování [2]:

- „Spojení pomocí polyuretanového lepidla střední viskozity mezi dvěma válci (horní – ocelový, spodní – potažený gumou) a sušení relativně nízkou teplotou 75 – 85 °C,
- spojování pomocí bodového nánosu pasty a šablonou na kalandru,
- ultrazvukem (symplex + rouno).
- kašírováním (pomocí plamene)“

Laminace s membránou je např. možná pomocí bodového nánosu pasty a šablonou na kalandru a pomocí PU lepidla. Při laminaci je důležité dodržovat následující [2, 19]:

- zajištění ochrany membrány proti mechanickému poškození

- nezhoršit (omak, splývavost, paropropustnost, vzhled apod.)
- laminace s hustě tkanými, netkanými a pletenými textiliemi

Výhody laminátů [1]:

- dobrá přizpůsobivost nosné textilií, téměř žádné omezení s ohledem na technické vlastnosti jako je tloušťka, hmotnost nebo typ spojení
- snížení tloušťky oděvu

Nevýhody laminátů [1]:

- švy se musí podlepovat, nebo jinak utěšňovat
- není vhodné pro elastické materiály
- vyšší cena v porovnání s klasickým vrstvením textilií
- nevýhoda u dvouvrstvých laminátů je nebezpečí poškození membrány, která není chráněna podšívkou.

2.1.5 Softshellové bundy

Softshellové bundy jsou na trhu od roku 2001. Jsou vhodné pro běžné klimatické podmínky a spojují více užitečných vlastností dohromady, jako je celkem dobrá nepromokavost, odolnost proti větru, výhřevnost a zároveň i dobrá prostupnost vodních par a v neposlední řadě i dobrá mechanická odolnost. Díky tomu je zaručen dostatečný komfort nošení. Tyto bundy ale není vhodné používat v extrémních podmínkách nebo v extrémních mrazech [6, 8, 7].

Svrchní vrstvu softshellu zpravidla tvoří úplet z hustě tkaného elastického polyamidu s vodoodpudivou úpravou (DWR) a zvýšenou odolností vůči oděru. Spodní vrstva je tvořena většinou z flísu, který uchovává teplo a transportuje tělesnou vlhkost do okolního prostředí. Tento typ softshellu je tedy dvouvrstvý a je na trhu nazýván tkaným softshellem. Tkaný softshell se vyrábí pouze z textilních vláken speciálním tkaním a oproti membránovému softshellu je lehčí, prodyšnější a také cenově dostupnější. Membránový softshell je třívrstvý. Mezi klasické vrstvy softshellu je vložena navíc membrána, která zlepšuje odolnost vůči větru. První membránový softshell byl vytvořen firmou Malden Mills ve spolupráci s firmou Arcteryx. *„Často diskutovaná je otázka odolnosti softshellu vůči dešti a vodě vůbec. Při testech se ukazuje, že softshellové bundy si bez problémů poradí s krátkou přeháňkou.*

Ukázalo se, že odolnost vůči vodě není zásadně ovlivněna rozdílem membránový versus tkaný softshell, ale mnohem větší vliv hraje konstrukce a provedení jednotlivých modelů.“ [7]

Výhody softshell [6, 8, 7]:

- nahrazení více vrstev jednou
- multifunkčnost a mnohotvárnost
- dobrá voděodolnost a odolnost proti větru
- dobrá mechanická odolnost
- nízká hmotnost
- velmi nízká tloušťka oděvu
- vhodné i pro elastické materiály

Nevýhody softshell [6, 8, 7]:

- švy se musí podlepovat, nebo jinak utěšňovat
- vyšší cena v porovnání s klasickým vrstvením textilií
- nutnost speciální údržby pro zachování vlastností
- nepříliš vhodné do extrémních podmínek (velmi nízké teploty a trvalé deště)

2.1.6 Bundy z inteligentních materiálů

Existují také bundy vyrobené ze speciálních materiálů, které se dokážou přizpůsobit změnám v okolí, nebo které reagují na změny mikroklimatu uživatele a jsou schopny chránit před horkem a současně teplo naakumulovat a poté ho podle potřeby uvolnit. Jedná se o tzv. inteligentní materiály, které dokážou při fyzické zátěži roztáhnout svou strukturu a tím zlepšit prodyšnost anebo u materiálů PCM (Phase Change Materials) se setkáváme se schopností naakumulovat teplo při fyzické zátěži nebo přehřátí a poté ho postupně uvolnit. U PCM jde o fázovou změnu materiálu, která je umožněna díky PCM částicím integrovaným do ochranné textilní vrstvy. Princip PCM částic byl založen na ohřevu tzv. inteligentních domů, kdy pod střechami domů byly umístěny uzavřené nádoby obsahující PCM materiály, které během horkého dne teplo naakumulovaly a během chladné noci ohřívaly celý dům. Jako první možnost použití PCM v textiliích publikoval Dr. Barbara Pause. Nejčastěji používané materiály pro tento princip jsou alkeny, produkty organické chemie. Jejich tavná teplota je mezi 15 - 40°C, jsou podobné vosku a fixují se do malých kapslí o průměru 5 – 15 mikrometrů, které se pak vloží do textilie, např. pomocí pryskyřice nebo se zabudovávají přímo do hmoty PAN vláken před zvlákněním, kdy jejich množství nesmí překročit cca 20 %, jinak by pevnost vláken byla značně nižší. Lze uvést například eicosan, který má teplotu

fázové změny 36,1°C. Díky PCM je možné u oděvu udržet stálou teplotu jen po několik minut, jsou zde i určité nedostatky, pokud je PCM částic ve vrstvě málo, teplo přiváděné zvenčí proniká skrz PCM vrstvu do vnitřních vrstev oděvu až k pokožce a tedy nemůže chránit jedince před horkem, tento fakt rovněž i podporuje nemožnost vytvořit absolutně souvislou vrstvu PCM v textiliích. Pokud je vrstva s PCM tlustší, je ochrana dobrá, ale materiál je ale neforemný a tudíž i méně komfortní. Díky těmto poznatkům se jeví oděvy s PCM nepříliš praktické, i když jejich cena může být několikanásobně vyšší [8, 16].

2.1.7 Konstrukce bundy



Obr. č. 11 Konstrukce bundy [8]

Správně padnoucí bunda by měla být o trochu větší, tak aby se pod ní vešly ostatní vrstvy. Měla by sahat až k rozkroku, aby při pohybu neodkrývala záda. Rukávy by měly být dlouhé tak, že při zvednutí rukou se posunou k zápěstí. Její střih by nám měl dokonale padnout, abychom se v něm mohli pohybovat bez omezení. Většinou všechny zipy jsou podlepené, pokud se nejedná o speciálně upravené vodotěsné zipy, např. zipy firmy YKK, nebo o bundy péřové aj. Zipy firmy YKK jsou v letošním roce 2012 novinkou, jde o bezešvé, lehké a pružné zipy, které jsou pojmenovány Ultra Light Zipper. Tyto zipy jsou lehčí,

ohybnější a není nutné je vsívat a podlepovat, protože jsou uzpůsobeny rovnou pro přímé vlamínování do tkaniny [1, 6].

Tzv. stahovačky (stahovací tkanice či gummy) mají být umístěny na dolním okraji, v pase, u krku nebo i v kapuci a na zakončení rukávů, pokud nejsou opatřeny stahovacími pásky se suchými zipy, nebo jiným zakončením na zmenšení obvodu konce rukávů. Tyto stahovačky by se neměly zadržovat a ani není dobré, pokud jdou zcela vysunout, kdy hrozí jejich ztráta. Hlavní zip musí být obousměrný a neměl by se zachytávat do materiálu. Dalším znakem kvalitní bundy je odvětrávání, umístěné v podpaží. Při výběru bundy se rovněž vyplatí pořádně si prohlédnout konstrukci kapuce. Je nutné, aby byla dobře anatomicky tvarovaná s možností nastavení její velikosti, aby bylo možné její přetažení přes helmu, vlasy, brejle atd. a také abychom mohli rovněž stáhnout obličejový obvod kapuce, což může značně zvýšit komfort při zhoršených okolních podmínkách. Stahovačky a další součásti bundy u obličeje by neměly být vyrobeny z kovu, což při mrazech by způsobovalo značný diskomfort, rovněž není praktická síťovaná podšívka u kapuce, protože se do ní zachytávají vlasy, náušnice a nalétává za ní sníh. Límeček rovněž musí být anatomicky tvarovaný, aby netrčel dopředu a neunikalo jím teplo. Kvalitu bundy rovněž zlepšují dobře přístupné kapsy, kvalitní sněhový pás nebo zesílení materiálu v oblasti loktů a ramen [1, 6].

2.2 Některé používané druhy materiálů s membránou pro svrchní vrstvu zimního oblečení

2.2.1 Paclite®

Někdy také Gore-Tex® Paclite® Shell. Jedná se o odlehčenou verzi Gore-Texu vyráběnou firmou Gore s mikroporézní hydrofobní membránou, kdy ale odlehčení není na úkor funkčnosti materiálu. Materiál je dvouapůlvrstvý laminát, který má z vnitřní strany speciální polymerní úpravu, který chrání membránu proti poškození. Není proto nutná podšívka, což snižuje jeho celkovou hmotnost a lepší průchodnost vodních par. Jeho životnost je ale kratší oproti třívrstvým materiálům chráněným podšívkou. Naopak jeho sbalitelnost je vynikající. Voděodolnost, paropropustnost a odolnost proti větru je stejná jako u Gore-Texu [29, 2].

- druh laminátu – dvouapůlvrstvý laminát Nylon nebo Polyester
- výborná prodyšnost vodních par, sbalitelnost, lehkost (bundy do 400 g)
- voděodolnost až 20 m.H₂O
- používá se spolu s voděodpudivým podlepováním švů Gore-seam® [29, 2].

2.2.1 Windstopper®

Rovněž produkt firmy Gore s mikroporézní PTFE hydrofobní membránou s 100% odolností proti větru tzv. neprofuk a s vysokou prodyšností vodních par. Je vyráběn v různém provedení pod názvy Windstopper® Active Shell (nejlehčí), Windstopper® Soft Shell, Windstopper® Technicall Fleece a Windstopper® Insulated Shell [29].

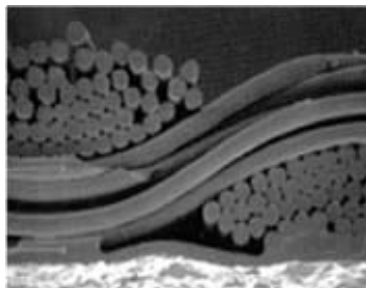
- druh laminátu [29, 2, 30]:
 - dvouvrstvý laminát – Windstopper® Active Shell s RET 0 – 6 (velmi dobrá prostupnost vodních par)
 - třívrstvý laminát – Mezi vnější a vnitřní vrstvu je vložena membrána. Vnější a vnitřní materiál mohou být pleteniny, které můžou být i zaplstěné (fleece). Jedná se o materiály Windstopper® Technicall Fleece, Windstopper® Soft Shell (membrána vložena mezi polyesterové textilie, vrchní materiál strečový a vnitřní s rychloschnoucími vlastnostmi).
 - čtyřvrstvý laminát - Windstopper® Insulated Shell je vyráběn i jako dvouvrstvý.
- velmi dobrá prodyšnost vodních par (cca 30 000 g/m² za 24 hod)
- voděodolnost až 20 m.H₂O.



Obr. č. 12 Obchodní značka Windstopper[30]

2.2.2 Dermizax®

Produkt firmy Torey (Japonsko) s pryskyřicovou neporézní hydrofilní i porézní hydrofobní PU membránou. Membrána Dermizax je pružná a odolná proti olupování. Stejně jako Windstopper® existuje ve více provedení, jako je Dermizax®, Dermizax®EV a Dermizax®MP [31, 2, 36].



Obr. č. 13 Obchodní značka Dermizax [31] Obr. č. 14 Materiál Dermizax [31]

Dermizax®

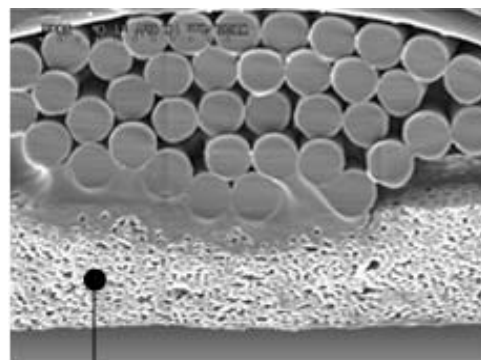
- Svrchní materiál PES je povrstven kvalitní voděodpudivou úpravou DWR (80% účinnost po 20 pracích cyklech).
- voděodolnost 20 m.H₂O nebo vyšší
- větruodolný
- uspokojivá až dobrá prodyšnost vodních par od 8 000 do 10 000 g/m² za 24 hod
- druh laminátu:
 - třívrstvý – Podšívka PES, pevná část laminátu, která zároveň chrání proti mechanickému poškození membrány, neporézní hydrofilní PU membrána, svrchní tkanina PES.
 - dvouvrstvý [31, 36]

Dermizax®EV

- Svrchní tkanina je nylonová (polyamid), která je odlehčená, vysoce pevná a odolná proti protržení s vazbou ripstop a s vysoce voděodpudivou úpravou SDWR (Super durable water repellency), (80% účinnost po 100 pracích cyklech).
- voděodolnost 20 m.H₂O nebo vyšší
- dobrá až velmi dobrá prodyšnost vodních par od 16 000 do 20 000 g/m² za 24 hod
- vysoce větruodolný a lehký materiál
- Druh laminátu:
 - třívrstvý a dvouvrstvý s neporézní hydrofilní PU membránou [31, 36]

Darmizax®MP

- Svrchní tkanina je opatřena vysoce voděodpudivou úpravou SDWR (Super durable water repellency), (80% účinnost po 100 pracích cyklech).
- voděodolnost 20 m.H₂O nebo vyšší
- dobrá prodyšnost vodních par od 13 000 do 18 000 g/m² za 24 hod
- Druh laminátu:
 - třívrstvý a dvouvrstvý s mikroporézní hydrofobní PU membránou [31, 36].



Dermizax®MP's special porous foam structure membrane for high degree of stable waterproofness and moisture permeability

Obr. č. 15 Materiál DermizaxMP [31]

2.2.3 Entrant

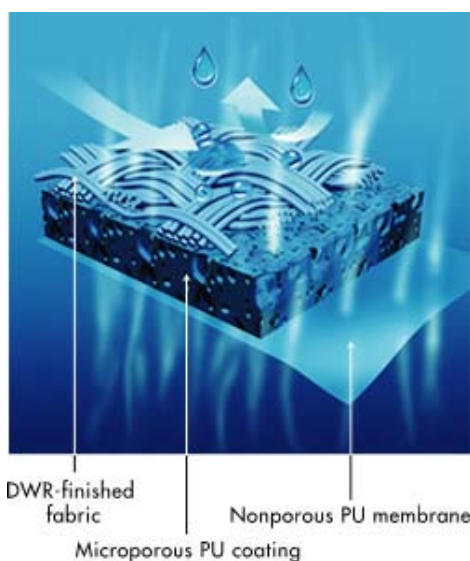
Produkty firmy Torey (Japonsko) materiály s neporézní hydrofilní PU membránou a dále porézní PU materiály s větruodolnou a DWR úpravou. Stejně jako u materiálů Darmizax je zde více variant, jedná se o produkty Entrant®DT, Entrant®GII®, Entrant®V, Entrant®W a Entrant®HB. Jediný Entrant®HB je vyráběn laminací s neporézní hydrofilní PU membránou [31, 36].



Obr. č. 16 Obchodní značka Entrant®HB [31]

Entrant®HB

- Svrchní tkanina je opatřena voděodpudivou úpravou DWR (80% účinnost po 20 pracích cyklech).
- voděodolnost 20 m.H₂O nebo vyšší
- velmi dobrá prodyšnost vodních par 20 000 g/m² za 24 hod
- druh laminátu dvouapůlvrstvý [31, 36].



Obr. č. 17 Materiál Entrant®HB [31]

2.2.4 Gelanots Eco

Materiál vyrobený za účelem ekologického zlepšení výroby a ekologičnosti samotného materiálu. Gelanots Eco byl vyvinut v roce 2007 firmou Toyota Tsusho Corporation. Pro jeho výrobu se používá recyklovaný polyester (např. z PET lahví). V dnešní době již existuje několik druhů tohoto materiálu s dvouvrstvou, dvouapůlvrstvou a třívrstvou laminací, kdy jsou jednotlivé vrstvy spojeny s hydrofilní PU nebo PES membránou [32, 16].



Obr. č. 18 Materiál Gelanots Eco [32] Obr. č. 19 PES vlákna umateriálu Gelanots Eco [32]

- Svrchní tkanina je opatřena voděodpudivou úpravou
- voděodolnost 15 – 30 m.H₂O
- dobrá až velmi dobrá prodyšnost vodních par 10 000 – 30 000 g/m² za 24 hod [32, 16].

2.3 Některé další druhy materiálů pro svrchní vrstvu zimního oblečení

2.3.1 Pertex®

Velmi lehká mikrovláknenná tkanina ze 100% polyamidu (vlákno Meryl). Materiál je utkaný z vysokopevnostních přízí a díky ripstop struktuře a tkané metodě Air Jet je hustota vláken až 4 000 na cm^2 , což zaručuje dobrou odolnost proti větru. Existuje opět více modifikací tohoto materiálu, např.: Pertex Microlight, Pertex Quantum a Pertex Endurance [33, 2].

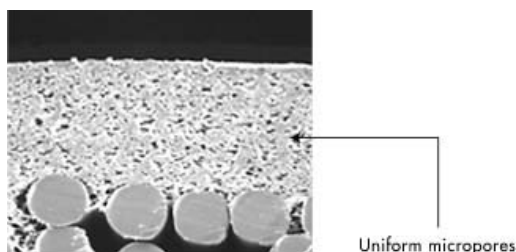


Obr. č. 20 Obchodní značka Pertex [33]

- Není opatřen zátěrem ani membránou.
- Vynikající vlastnosti jako je pevnost, oděruvzdolnost, výborná stlačitelnost, větruodolnost, lehkost a měkkost.
- U některých druhů velmi dobrá voděodolnost až 20 m.H₂O.
- U některých druhů velmi dobrá prodyšnost vodních par 20 000 g/m² za 24 hod [33, 2].

2.3.2 Entrant

Jak již bylo zmíněno výše většina materiálů Entrant jsou porézní PU materiály s větruodolnou a DWR úpravou, jedná se o Entrant®DT, Entrant®II®, Entrant®V a Entrant®W [31, 36].



Obr. č. 21 materiál Entrant®W [31]



Obr. č. 22 Obchodní značka Entrant®W [31]

Entrant®W

- Povrch tkaniny je opatřen voděodpudivou úpravou DWR (80% účinnost po 20 pracích cyklech).
- voděodolnost 20 m.H₂O nebo vyšší
- dobrá prodyšnost vodních par 12 000 g/m² za 24 hod
- jemný a příjemný omak [31, 36].

2.4 Některé používané druhy materiálů pro vnitřní vrstvu zimního oblečení

2.4.1 Polartec®

Materiál je vyroben ze 100% polyesteru s výbornou tepelnou izolací při zachování minimální hmotnosti a maximální prodyšnosti. Jedná se o pletenou textilií, která může být počesaná nebo může obsahovat úpravu DWR. Polartec® vyrábí firma Malden Mills a v současnosti jsou v nabídce různé druhy fleeců s DWR úpravou nebo bez ní, softshellů a nebo svrchních materiálů s DWR úpravou. Některé fleecy jsou Polartec® Power Dry® High Efficinecy, Polartec® Classic, Polartec® Thermal Pro® atd. [34, 2].

- Polartec má dobrou sbalitelnost a stlačitelnost (až o 40% více než má běžný fleece materiál).
- rychleschnoucí materiály [34, 2].



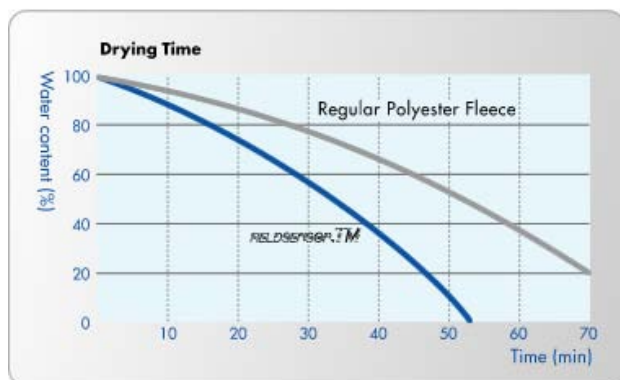
Obr. č. 23 Obchodní značka Polartec® [31]

2.4.2 Stunner®Stretch

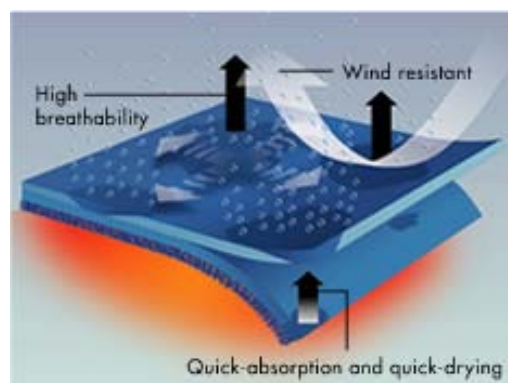
Tkanina od firmy Torey, který se používá hlavně jako vnitřní fleece pro materiály Soft Shell a pro další materiály, vyráběné metodou laminace. Může být pojena s materiály Entrant a Dermizax. Složení 100% polyester nebo Nylon [31].

2.4.3 Fieldsensor®

Pletený materiál od firmy Torey, který se používá jako vnější nebo i vnitřní fleece. Speciálně tvarovaná vlákna, podporují kapilární efekt materiálu a umožňují vynikající odvod vlhkosti od pokožky a také urychlené vysychání materiálu. Je vyráběn ve dvou verzích Fieldsensor®TM a Fieldsensor®R, který je vyráběn z recyklovaných PES vláken [31, 35, 36].



Obr. č. 24 Vysychání Fieldsensor®TM [31]



Obr. č. 25 Struktura Fieldsensor®TM [31]

3. Komfort

V dnešní době je komfort důležitým termínem, který neznají pouze odborníci, ale i široká veřejnost. U sportovního oděvu již zpravidla čekáme výčet jeho termofyziologických vlastností. Jednotlivé firmy poukazují na kvalitu svého oblečení právě skrz tato označení. Díky zvyšujícímu se komfortu oblečení je možné obstát na přeplněném trhu se sportovním oblečením.

Z hlediska odborné terminologie můžeme komfort nazvat určitým stavem organismu, „*kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly.*“ [1]. Tento stav je možné také charakterizovat i opačně, jako pocit pohody, kdy nepocítujeme žádné nepříjemné vjemy chladu ani zvýšeného tepla. V tomto stavu můžeme dlouhodobě snášet určité pracovní zatížení, aniž by se dostavovali pocity chladu nebo tepla. Komfort vnímáme pomocí našich smyslů, jimiž je zrak, hmat, sluch a čich [1, 2].

Komfort můžeme rozdělit na:

- a) Psychologický:
 - Je založen na individualitě každého z nás a na zařazení do společnosti
- b) Funkční:
 - Senzorický
 - Patofyziologický
 - Termofyziologický

3.1 Psychologický komfort

Psychologický komfort je založen na komfortu, který vnímáme naší myslí. Jedná se o individuální i společenské vnímání. Do psychologického komfortu můžeme tudíž zahrnout kulturní pohled na odívání v různých oblastech, které jsou samozřejmě závislé na klimatických podmínkách, ekonomii, historii a sociálním zařazení lidí. Mnohdy jsou například silně zakořeněny určité návyky a představy o určitém způsobu oblékání, nebo naopak dojde ke zvýraznění individuality nebo snahy se zařadit do určité menší skupiny lidí podobně smýšlejících. Velký vliv má samozřejmě i móda, kdy kupující dá často i přednost módnosti před funkčností oděvu [1, 2].

3.2 Senzorický komfort

Senzorický komfort se zabývá přímým vnímáním oděvu člověkem. Zjišťuje, co člověk pociťuje při přímém kontaktu pokožky a první vrstvy oděvu. Jedná se o pocity, které člověk vnímá na základě svých smyslů, hlavně hmatu. Pocity, které vznikají, mohou být nepříjemné, jako je tlak na pokožku, podráždění, škrábání, lepení, píchání a pocit vlhkosti, nebo můžeme pociťovat naopak pocity příjemné, jako je pocit měkkosti, splývavosti [1, 2].

Senzorický komfort můžeme rozdělit na komfort nošení a na omak, ve skriptech TUL Úvod do komfortu textilií L. Hes a P. Sluka rozdělují komfort následovně [1]:

„Komfort nošení oděvů zahrnuje:

- *povrchovou strukturu použitých textilií,*
- *vybrané mechanické vlastnosti ovlivňující rozložení sil a tlaků v oděvním systému,*
- *schopnost textilií absorbovat a transportovat plynnou či kapalnou vlhkost s dopadem na své kontaktní vlastnosti.*

Omak je veličina značně subjektivní a špatně reprodukovatelná. Je to veličina založená na vjemech prostřednictvím prstů a dlaně. Při jistém zjednodušení lze omak charakterizovat těmito vlastnostmi:

- *hladkostí (součinitelem povrchového tření),*
- *tuhostí (ohybovou a smykovou),*
- *objemností (lze nahradit stlačitelností),*
- *tepelně-kontaktním vjemem.“*

Při výrobě oděvu musíme dbát na to, abychom co nejvíce dodrželi charakteristiky komfortu nošení výše uvedené. Sledujeme vlastnosti oděvu mechanické, hygienické, termofyziologické, pachové, vizuální a akustické. Je nutné ale rovněž dodržovat ergonomická pravidla, obzvláště pokud jde o sportovní oblečení, kdy je důležitá dostatečná volnost pohybu. U komfortu nošení musíme také přihlídnout k deformačním silám, které se projevují při ohýbání nohavic a rukávů. Dále nošení ovlivňuje tzv. třecí síla, která může značně ohrozit komfort nošení. Omak můžeme pociťovat buď chladivý, nebo teplý. Chladivým omakem působí např. mikrovláknenné materiály, nebo textilie s chemickým, enzymatickým zpracováním, které rozkládá konce vláken do jemných mikrofibril, které mají chování podobné mikrovláknům. Další možnou úpravou je kartáčování a broušení. Což ale vede

k nepravidelné tloušťce materiálů a může pak méně stlačitelný povrch plný tepelně izolujících vzduchových pórů. Tepelná jímavost takového materiálu je pak nízká [1].

Manuálnímu hodnocení můžeme přiřadit určité charakteristiky, které souvisejí s omakem. Tyto vlastnosti jsou seřazeny podle pořadí při hodnocení textilie zákazníkem [1]:

1. „koeficient tření	f_s	$[-]$
2. drsnost povrchu	D_f	$[-]$
3. tloušťka (souvisí s plošnou hmotností)	h	$[mm]$
4. stlačitelnost (plnost)	S	$[-]$
5. tepelná jímavost	b	$[W.m^{-2}K^{-1}s^{-1/2}]$
6. roztažnost	ε	$[\%]$
7. ohybová tuhost (v jednotkách KES)	B	$[10^{-7}Nm^{-2}]$
8. smyková tuhost (v jednotkách KES)	G	$[g.m^{-2}]$

Senzorický komfort vnímáme pomocí našich podkožních receptorů. Existují podkožní snímače pro tlak, bolest, chlad a teplo. Pro vlhkost receptory v naší pokožce nemáme, nahrazují je současně receptory pro pocit chladu a tlaku. Nejvíce termoreceptorů se nachází v kůži obličeje a na hřbetu ruky, nejméně v kůži zad. Chladových receptorů se v kůži nachází až 8 krát více než tepelných. Přibližně na $1cm^2$ na citlivějších místech se nachází 13 chladových receptorů, 2 tepelné, 25 dotykových a 200 bolestivých. Proto je reakční doba pocítění chladu výrazně kratší. Receptory pro chlad jsou umístěny ihned pod epitelem pokožky, kde existují v podobě zakončení nervových vláken. Vnímáme jimi teplotu mezi $10^{\circ}C$ - $45^{\circ}C$. Receptory tepla představují vlákna umístěná v horní a střední vrstvě šráry. Zachycují teplotu $30^{\circ}C$ - $48^{\circ}C$ [1, 25].

3.3 Patofyziologický komfort

Při nošení oděvu můžeme pociťovat pocit silného diskomfortu při podráždění naší pokožky. Toto podráždění je vytvořeno působením patofyziologických-toxických jevů, může se jednat o chemickou substanci obsaženou v textilií, nebo o působení mikroorganismů přítomných na naší pokožce. Tento diskomfort může vyvolat dermatózu tj. kožní onemocnění. Dermatóza může být způsobena drážděním pokožky, pracím práškem nebo mechanicky při silném pocení. Alergie což je individuální imunologický jev, který zapříčiní kontakt s alergenem, klinicky má za následek vždy ekzém. Látky působící jako alergeny jsou: některá barviva, prací prostředky, desinfekční prostředky atd. [1, 2].

3.4 Termofyziologický komfort

Termofyziologický komfort je stav, kdy člověk nepocítuje ani chlad ani teplo. Je to stav fyziologické, psychologické a fyzikální harmonie mezi jedincem a okolím. Člověk se nachází ve stavu, ve kterém může setrvat nekonečně dlouho, aniž by pocítoval jakékoliv známky diskomfortu neboli nepohodlí. Jinak řečeno stav termofyziologického komfortu neboli pohodlí je subjektivní vjem, který je vnímám na základě nepřítomnosti nepříjemných pocitů jako je chlad, teplo a pocení, kdy všechny fyziologické funkce jsou v optimu [1, 6].

„Termofyziologický komfort nastává za optimálních podmínek [1]:

- *teplota pokožky $33 - 35^{\circ}\text{C}$,*
- *relativní vlhkost vzduchu $50 \pm 10\%$,*
- *rychlost proudění vzduchu $25 \pm 10 \text{ cm.s}^{-1}$,*
- *obsah CO_2 $0,07\%$,*
- *nepřítomnost vody na pokožce.“*

Komfort člověka neovlivňuje jenom teplota okolí, ale také vlhkost podnebí a rychlost proudění okolního vzduchu. Odvod vlhkosti od pokožky je zcela zásadní, pokud nedochází ve výrobku k propouštění vodních par, může tento stav vést až k silnému diskomfortu. *„V podmínkách tepelné pohody se relativní vlhkost vzduchu pod oděvem (ve vrstvě vzduchu mezi pokožkou a první vrstvou oděvu) pohybuje v rozmezí 35 – 60%. Může být o něco nižší než vlhkost okolního vzduchu v důsledku vyšší teploty vzduchu ve vrstvě mezi tělem a oděvem. Nejdůležitější je dynamika vzduchu pod oděvem, která ovlivňuje schopnost oděvu (vlivem materiálu a střihu) odvádět pot z povrchu těla do okolního prostředí. Hygienickým požadavkům vyhovuje vždy více ten druh oděvu, v jehož prostoru pod oděvem je rychlost narůstání vlhkosti vzduchu nižší“ [2].* Nedokonalý odvod vlhkosti z povrchu lidské kůže může mít za následek podráždění kůže, obzvláště u citlivých jedinců, jako jsou děti a senioři [1, 6].

Pro hodnocení termofyziologického komfortu existuje mnoho metod, některé z nich jsou popsány níže. Nicméně základními parametry pro určení termofyziologického komfortu jsou: tepelný, výparný a celkový tepelný odpor, což má vliv na ochlazování těla a na odpařování potu z povrchu pokožky, s tím související propustnost vodních par, kdy záleží na rozdílu parciálních tlaků vodních par na povrchu pokožky a ve vnějším prostředí, a dále např. vlhkostní jímavost textilie a propustnost textilií pro vzduch [1, 6].

Ve skriptech TUL Oděvní materiály Ing. Dagmar Růžicková popisuje způsob hodnocení termofyziologického komfortu metodou subjektivního hodnocení a to na základě pocitu tepla a chladu, kdy člověk sděluje své pocity a vjemy při určité činnosti a v určitém prostředí. Hodnocení většinou probíhá v několika stupních [2]:

- 1) pocit tepla nebo chladu – různé úrovně
- 2) pocit vlhkosti na rozdílných částech lidského těla
- 3) pocit vhodnosti střihu (doplňující hodnocení)

Teplo

- mírné teplo
 - projevuje se počátečním zvýšením pocitu tepla na různých místech, poté dochází k počínajícímu pocení v okrajových oblastech lidského těla. V takovýchto podmínkách je možné nepřetržitě pracovat.
- teplo
 - projevuje se pocitem tepla na celém těle, množství vyloučeného potu se zvyšuje, pot se ale stíhá odpařovat oděvem z povrchu lidské pokožky a tudíž po lidském těle neztéká, fyzickou aktivitu je nutné omezit a střídat práci a odpočinek.
- horko
 - jedná se o přehřátí organismu s nejvyšší intenzitou pocení, kdy se pot nestačí odpařovat z povrchu lidské pokožky a ani oděv nedokáže všechny pot pohlcovat, dochází k zhoršení dýchání. Jedná se o zřetelné jevy fyziologického diskomfortu.

Chlad

- chladno
 - mrazení se projevuje na periferních místech lidského těla. Toto může vyvolat i rychlejší proudění vnějšího vzduchu. Je možné nepřetržitě pracovat ve vhodném oděvu.
- zima
 - pocit mrazení se rozšiřuje po celém těle doprovázen o chvění a smršťování pokožky. Je nutné pracovat ve speciálním oděvu a to krátkodobě.
- tuhnutí
 - Jedná se o celkové podchlazení, které ochromuje tělo a hlavně končetiny, u kterých hrozí omrznutí. Dostavuje se také šok z chladu. Delší pobyt v těchto podmínkách má za následek i smrt.

3.5 Lidské tělo a jeho termoregulace

„Termoregulací nazýváme schopnost organismu udržovat stálou tělesnou teplotu, přestože produkce tepla, jeho příjem i ztráty, nepřetržitě kolísají.“ [1] Organismus neustále udržuje rovnováhu mezi teplem vytvořeným organismem a teplem odevzdaným do okolního prostředí. Neustále reguluje teplotu svého vnitřního prostředí, tak aby její kolísání bylo co nejmenší, přibližně v rozmezí 36 - 37°C. Teplota kolísá v rozmezí $\pm 4^\circ\text{C}$. Je, ale samozřejmé že v jednotlivých částech lidského těla se teplota různí. Člověk se cítí dobře, když teplota pokožky je mezi 32 - 34°C. Za podmínky, že u více prokrvených částí lidského těla je teplota pokožky mezi 35 - 36°C, jako je hlava, břicho a prsa, kde vnitřní teplota je mezi 34 - 36°C. Na okrajových částech těla, jako jsou ruce, nohy naměříme teplotu pokožky cca 29 - 31°C. 23 - 28°C má pokožka na špičce nosu, ve špičkách prstů a na ušních lalůčkách. Nicméně tzv. teplota jádra je vždy 37°C, tato teplota je udržována, i kdyby došlo k výraznému poklesu teploty v končetinách. Při spánku naše teplota klesá. Naši teplotu reguluje speciální část mozku, pojmenovaná hypotalamus (neboli centrální nervový systém). Hypotalamus zvyšuje nebo snižuje teplotu organismu podle jeho aktuálního stavu. Např. pokud je organismus napaden nežádoucími bakteriemi nebo virem, teplota jádra se zvýší. Kdy v jádru již při odchylce $\pm 2^\circ\text{C}$ od 37°C teplota nepříjemně ovlivňuje tělesné funkce a při odchylce $\pm 6^\circ\text{C}$ je změna už smrtelná [1, 2, 5, 25].

V níže uvedené tabulce jsou zobrazeny termoregulační mechanismy lidského těla.

Tab. č. 2 Termoregulační mechanismy [25]

<i>mechanismus</i>	<i>požadovaný efekt</i>	<i>aktivace</i>
1. zvýšený svalový tonus 2. svalový třes 3. vědomé zvýšení svalové aktivity 4. chemická termogeneze (zvýšená sekrece hormonů štítné žlázy a adrenalinu) 5. zvýšená chuť k jídlu	zvýšená produkce tepla	chlad
1. vazokonstrikce 2. behaviorálně: – redukce povrchu těla (schoulení) – vhodný oděv	snížení tepelných ztrát	chlad
1. snížení svalového tonu 2. snížení tělesné aktivity 3. snížená chuť k jídlu 4. snížení sekrece hormonů štítné žlázy a adrenalinu	snížení produkce tepla	teplo
1. vazodilatace 2. pocení 3. intenzivní dýchání 4. termoregulační chování (lehký oděv)	zvýšení výdeje tepla	teplo

Člověk si udržuje svoji teplotu na základě chemických a fyzických procesů, které řídí centrální nervový systém, udržující tělesnou teplotu v optimu za současně probíhajících metabolických přeměn. Jedná se zejména o látkovou přeměnu, neboli chemickou reakci, při kterých dochází k tvorbě tepla. Chemická regulace je ale rovněž závislá na fyzické zátěži organismu, kdy při zvýšené zátěži množství produkovaného tepla vzrůstá. Jako zdroj energie slouží živiny, které můžeme rozdělit do základních skupin: sacharidy, tuky a bílkoviny. U fyzických procesů jde zejména o odvozy tepla z organismu kondukcí, konvekcí a radiací [1, 2, 5, 25].

Základní metabolismus produkuje tepelný výkon cca 1,1 W/Kg váhy těla, kdy celkový tepelný výkon metabolismu dosahuje 50 – 100W při rychlosti srdce 60 – 80 tepů za minutu. Při maximálním výkonu produkujeme i více jak 10 W/Kg váhy těla, se srdeční frekvencí vyšší než 120 tepů za minutu, kdy naše svaly spotřebovávají více než 70% dosažitelného kyslíku. V tomto stavu vypjetí má mozek vždy přísun kyslíku minimálně 5%, kdežto ostatní orgány trpí jeho nedostatkem [1, 25].

Tab. č. 3 Množství tvorby tepla v závislosti na lidské aktivitě [2]

Činnost organismu	Tvorba tepla [J/s]
klid na lůžku	81,4
stoj	116,3
chůze	314
těžká fyzická práce	348,9
běh	918,7

Rovněž při vysokých teplotách dochází ke zvýšení průtoku krve cévami, což je umožněno tzv. vasodilatací neboli zvětšením průřezu cév. Následně se teplota kůže zvýší a tedy i přenos tepla prouděním (konvekcí) do okolí se zvyšuje, za předpokladu že je zároveň teplota okolí o 1 – 2°C chladnější. Pitím horkých nápojů, můžeme rovněž zvýšit teplotu pokožky a v určitých podmínkách okolí si tím zvýšit úroveň termofyziologického komfortu. Díky působení chladnějšího až chladného okolí je možné průtok krve v okrajových částech těla naopak zpomalit. Jedná se o tzv. vasokonstrikci, kdy klesá teplota pokožky a teplota v končetinách, aby se zajistila konstantní teplota v mozku a ve vnitřních orgánech, důležitých k zachování života jedince [1, 2, 5, 25].

Člověk v rámci své termoregulace produkuje vodu v podobě potu, který se uvolňuje z potních žláz. Potní žlázy jsou rozmístěny po celém našem těle zhruba v počtu dvou miliónů. Nejvíce se jich nachází na ploškách chodidel a na nohou. V podpaždí jich je jako kdekoli jinde, ale mají až dvounásobný průměr (cca. 0,3 – 0,5 mm). Množství potních žláz na lidském těle je individuální. Při teplotách kůže do 34°C uvolňujeme do svého okolí přibližně 0,03 l.h⁻¹, u vyšších teplot pokožky až 0,7 l.h⁻¹. Žádoucí efekt ochlazení, který vzniká při odpaření potu z volné pokožky, je možný pouze za dostatečného rozdílu parciálních tlaků páry u pokožky a ve vnějším prostředí. Pot člověka obsahuje přibližně 99% vody, zbytek je tvořen soli (NaCl), tuky a močovinou [1, 2, 5, 25].

Tab. č. 4 Množství vyloučeného potu v závislosti na fyzické aktivitě [2]

Druh činnosti	Množství vody [g/m ² /hod]
spánek	35 – 40
sezení	50 – 60
stání	60 – 70
chůze	140 – 160
běh	450 - 550

3.6 Přenos tepla mezi okolím a člověkem

Přenos tepla mezi člověkem a okolím je podle L. Hese a P. Sluky ve skriptech TUL Úvod do komfortu textilií rozděleno následovně [1]:

- kondukce (vedení)
 - konvekce (proudění)
 - radiace (záření)
 - evaporace (odpařování potu)
 - respirace (dýchání)
- } přestup tepla

3.6.1 Přenos tepla kondukcí

Kondukce je hlavní mechanismus přenosu tepla v tenkých vrstvách v oděvních systémech, kdy se oděv dotýká pokožky. Tento přenos se uskutečňuje za podmínky různých teplot pokožky a nejbližšího okolí. Čím vyšší je rozdíl teplot mezi okolím a pokožkou, tím rychlejší je i přenos tepla. Přenos je ale samozřejmě závislý i na tloušťce oděvu (h). Kondukcí

člověk ztrácí až 5% tepla, když je kůže v kontaktu s chladnějším okolím. Kondukce se vyskytuje hlavně v oblasti zad a chodidel [1, 2].

Tepelná vodivost je u různých materiálů odlišná.

- měď a stříbro – cca 300 [W/m.K]
- nikl – 15 [W/m.K]
- polymery – 0,2 až 0,4 [W/m.K]

Vzduch má při teplotě 20°C tepelnou vodivost pouze 0,026 [W/m.K], za bezvětřného počasí. Vodivost vody je naopak vyšší 0,6 [W/m.K], což je jasný ukazatel, že pokud textilie obsahuje vodu (pot), celková vodivost materiálu roste, což v chladném prostředí má za následek diskomfort [1, 2].

Velmi důležitým vztahem pro určení úměrnosti mezi tokem tepla q [W/m²], tepelnou vodivostí λ [W/m.K] a teplotním gradientem $\Delta t/\Delta x$ je Fourierův zákon [1, 2].

$$q = - \lambda \cdot \Delta t/\Delta x$$

Dále je nutné přihlédnout k tepelnému odporu R [m²K/W] plošných textilií, vzduchových vrstev mezi jednotlivými materiály a také k jejich tloušťce h [mm]. Tepelný odpor je dán vztahem [1]:

$$R = h/\lambda$$

Celkový tepelný odpor můžeme zvýšit, pokud zvýšíme počet jednotlivých vrstev v soustavě oděvu. Hodnotu celkového odporu poté zjistíme součtem odporů jednotlivých vrstev [1]:

$$R_{CL} = R_1 + R_2 + R_3 + R_n$$

Význam zkratk [1]:

R_{CL} - celkový odpor

$R_{1...n}$ - odpory jednotlivých vrstev

3.6.2 Přenos tepla konvekcí

Přenos tepla prouděním mezi organismem a nejbližším okolí je velmi významný. Teplo se přenáší pohybem částic tekutin o určité rychlosti v [m/s]. Mezi okolím a člověkem se vytváří prostor tzv. mikroklima, které je přechodem mezi oděvem a proudícím prostředím. Tento prostor má vždy určitou tloušťku a probíhá v něm teplotní spád [1, 2]. Teplotní spád je

zapříčiněn tzv. vnějším tepelným odporem ($R_{\text{mezní vrstvy}} = R_E$), který se zahrnuje do celkového tepelného odporu. R_E je dáno vztahem [1]:

$$R_E = 1/\alpha$$

Přenos tepla prouděním můžeme rozdělit na přirozené a nucené proudění [1, 2, 5]. Proudění se vyjadřujeme pomocí Newtonova zákona, kdy tepelný tok konvekcí Q_c [$\text{W/m}^2\text{K}$] je určen vztahem [1, 5]:

$$Q_c = \alpha_c S_T (t_1 - t_2)$$

Význam zkratk [1]:

S_T – účinná plocha povrchu těla [m^2]

α_c – koeficient (součinitel) přestupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]

t_1 – střední teplota povrchu těla [$^{\circ}\text{C}$]

t_2 – teplota okolního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]

v – rychlost proudění vzduchu [m/s]

Pro přirozené proudění je koeficient přestupu tepla nízký a roste u proudění vynuceného. Pro běžné podmínky u nošení oděvu můžeme pro koeficient přestupu tepla vytvořit následující vztahy [1]:

$$\alpha = 2,38 (t_{\text{sk}} - t_a)^{0,25} \quad \text{pro volnou konvekci (volné proudění)}$$

$$\alpha = 3,5 + 5,2 v \quad \text{pro nucenou konvekci s rychlostí 0-1 m/s}$$

$$\alpha = 8,7 v^{0,6} \quad \text{u vyšších rychlostí proudění}$$

V knize tepelné bariéry je pro rychlost proudění vzduchu v rozmezí 0,1 – 3 m/s stanoven součinitel přestupu tepla pro nucenou konvekci [5]:

$$\alpha_c = (270 v^2 + 23)^{1/3}$$

3.6.3 Přenos tepla radiací

Přenos tepla v oděvních systémech může probíhat i zářením neboli radiací, kdy je teplo předáváno pokožce díky infračervenému záření, které dopadá na oděv. U zimních oděvů jde zejména o přijímání tepla, neboť pokožka je z velké části zahalena [1, 2]. Samotné záření je elektromagnetické vlnění, které se šíří rychlostí $c = 300\,000\,000$ m/s. Má určitou vlnovou délku o frekvenci f . Frekvenci je možné určit podle vztahu [1]:

$$F = c/\lambda$$

Podle vlnových délek λ rozlišujeme jednotlivá záření, lidským okem viditelná i neviditelná [1].

Druhy záření:

- gama záření
- rentgenové (RTG)
- ultrafialové (UVA a UVB) – 280 – 400 nm
- optické (viditelné) - 350 – 750 nm
- infračervené – 0,75 – 1 000 μm
- submilimetrové
- mikrovlnné
- radiové 2 – 1 500 m

Přenos tepla radiací může mít značný vliv na termofyziologický komfort nebo diskomfort, velmi při tom záleží na aktuálním počasí a podnebí, kde se člověk nachází. Tok tepla skrz oděvní vrstvy je zajištěn infračerveným zářením, které představuje až 25% celkového tepelného toku, a také viditelnými zářeními. Ve viditelné části spektra nejlepší odrazivost dosahují oděvy bílé s hladkým povrchem. U infračervené části spektra je stupeň odrazu $\rho < 1$, není zde možné odraz určit na základě barvy, nicméně nejlepší odraz pro infračervené záření je na hladkém povrchu. Největší pohlcení tepelného slunečního záření je u světla zeleného (0,55 μm). Oblečení lidé vyzařují teplo do svého chladnějšího okolí cca při vlnové délce 10 μm . Vlákná SOLAR, které obsahují keramické nanočástice (ZrC), pohlcující viditelné záření s emisivitou $\varepsilon \approx 1$, zatímco u infračerveného záření je emisivita podstatně nižší. Tím je docíleno, že za bezmračného dne dojde ke zvýšení teploty povrchu oděvu až o několik stupňů [1].

3.6.4 Evaporace

K odpařování potu dochází nejvíce při přehřátí organismu. Odpařováním potu vede k odvodu tepla a tedy k ochlazení organismu. Odpařování je závislé na rozdílu parciálních tlaků vodních par prostředí a organismu. Aby vůbec mohlo dojít k odvodu potu, musí tlak páry na pokožce být vyšší než okolní vzduch. Nejlépe probíhá evaporace na odhaleném těle. Pokud je člověk oblečen, musí se přihlížet i na samotný odvod vlhkosti z povrchu jedince, což může být docíleno sorpcí nebo transportem potu skrz oděv směrem od pokožky [1, 2].

3.6.5 Respirace

Respirační odvod tepla je založen na rozdílu množství vodních par vdechovaných a vydechovaných. Vzduch, který vdechneme, se uvnitř našeho organismu ohřeje na vysokou tělesnou teplotu a je nasycen vodní párou. Při průchodu vzduchu ven, se část tepla kondenzuje a vrací se zpět do těla. Část, kterou vydechneme, ale stále obsahuje více tepla a vody než u vdechovaného vzduchu [5, 2].

3.7 Odvod plynné vlhkosti

Odvod plynné vlhkosti v oděvních systémech, který probíhá stejně jako u odvodu tepla prouděním a vedením, se realizuje na základě rozdílných koncentrací nasycených par nebo nasyceného (parciálního) tlaku na povrchu lidské pokožky a aktuálního okolí jedince. Odvod plynné vlhkosti je tedy způsoben určitým gradientem tlaku a koncentrací nasycené páry mezi povrchem pokožky a okolím [5, 2, 1].

Význam zkratk [1, 2]:

p_{WSAT} [Pa] – koncentrace nasycených par, nebo také nasyceného (parciálního) tlaku pokožky

p_{WE} [Pa] – koncentrace nasycených par, nebo také nasyceného (parciálního) tlaku okolí

φ [%] – opačný poměr parametrů p_{WSAT} a p_{WE} násobených 100x je nazván relativní vlhkostí

$$\varphi = 100 * p_{WE}/p_{WSAT}$$

Pokud je gradient dostatečný (vlhkost v okolí je nižší než vlhkost mikroklimatu), dochází k odvodu (odparu) vlhkosti m [kg/m²s] z povrchu lidské pokožky tepelným tokem q [W/m²] podle vztahu [1]:

$$q = m \cdot L$$

Význam zkratk:

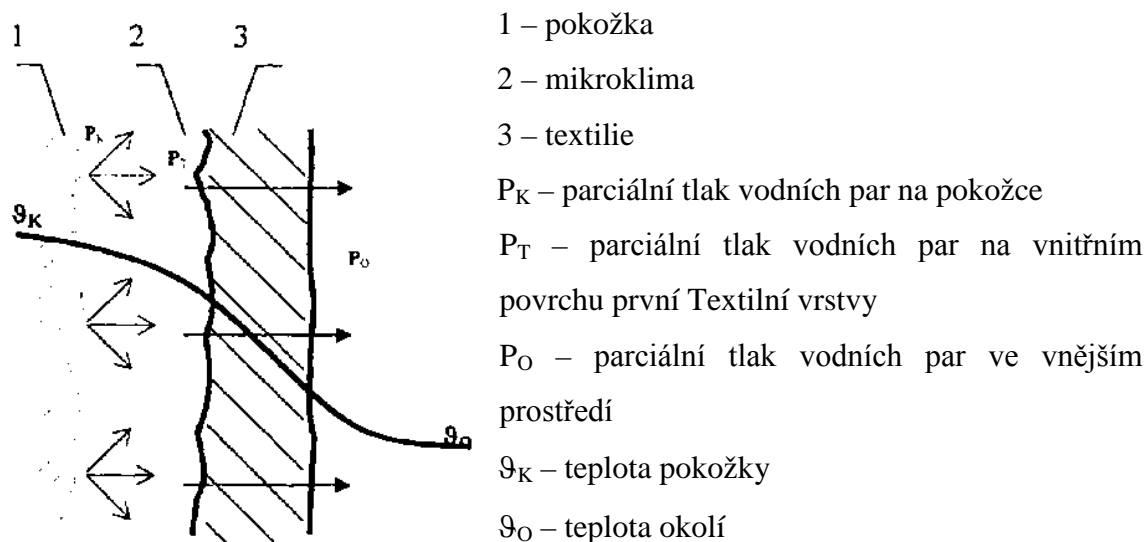
L – výparné teplo vody [J/Kg]

m – odpar vlhkosti [kg/m²s]

Výparné teplo L při 20°C má hodnotu cca 2 400 000 J/kg, což umožňuje dosáhnout určité úrovně termofyziologického komfortu i při vysokých teplotách, za předpokladu možného transportu potu v oděvu a dostatečně suchého vzduchu v okolí. Což může nastat při φ nižší než 60 – 70%. Při relativní vlhkosti $\varphi > 90\%$ a při teplotě nad 35°C se vlhkost v mikroklimatu hromadí a nedochází k požadovanému termofyziologickému komfortu [1, 2].

3.4.1 Přenos vlhkosti vedením

Přenos difuzí (vedením) nastává, pokud je oděvní systém uzavřen, oděv je málo prodyšný, mezery mezi jednotlivými vrstvami jsou malé a je dostatečný rozdíl v koncentraci nasycených par okolí a pokožky [1, 2].



Obr. č. 26 Přenos vlhkosti vedením [1]

3.4.2 Přenos vlhkosti prouděním

Přenos vlhkosti (hmoty) prouděním je velmi podobný Newtonovu zákonu u přenosu tepla konvekcí [1]:

$$m^* = \beta_P (p_{WSAT} - p_{WE}) = \beta_C (C_{WSAT} - C_{WE}) \quad \beta_P = \beta_C \cdot M_W / RT$$

Význam zkratk:

β_P – koeficient přestupu vlhkosti prouděním [$\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$]

M_W – molární koncentrace vodní páry (molekulová hmotnost)

T – absolutní teplota vodní páry

R – obecná plynová konstanta

ΔC – gradient koncentrace hmotnosti

C_{WSAT} – hmotnostní koncentrace nasycených par pokožky

C_{WE} – hmotnostní koncentrace nasycených par okolí

„Podobně jako koeficient přestupu tepla prouděním α roste s rychlostí vzduchu, je také koeficient přestupu vlhkosti prouděním β_P [$\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$] úměrný rychlosti vzduchu“. [1]

3.8 Odvod kapalné vlhkosti

Kapalná vlhkost neboli pot je z povrchu lidského těla odpařován, čímž dochází k ochlazení organismu. Proces odpařování nastává pouze na volné, nezakryté pokožce. Při teplotách pokožky do 34°C uvolňuje člověk cca 0,03 l.h⁻¹ a při teplotě nad 34°C až 0,7 l.h⁻¹ [1, 2, 5].

U oblečeného jedince k odvodu kapalné vlhkosti nedochází odpařováním ale [1, 2, 5]:

- kapilárně
- difúzí
- sorpčně

Odvod vlhkosti probíhá vždy najednou jak kapilárně, tak sorpčně i difúzí. Nejpomalejší je odvod vlhkosti sorpcí [1, 2, 5].

3.5.1. Kapilární odvod vlhkosti

Vzlínání vlhkosti od povrchu pokožky neboli tzv. knotový efekt probíhá díky kapilárním cestám skrz póry textilie. Tento transport potu je možný díky kapilárnímu tlaku ΔP , který tvoří tok kapalné vlhkosti od větších pórů k menším, a je úměrný povrchovému napětí vody γ a funkci \cos úhlu Θ . Funkce \cos úhlu Θ je smáčecí schopnost textilie. Pro kapilární odvod je ale nutný přímý kontakt textilie a povrchu lidské pokožky [1, 2]. Kapilární tlak určíme pomocí rovnice [1]:

$$\Delta P = 2\gamma [(p_r \cdot \cos \Theta_r / r) - p_R \cdot \cos \Theta_R / R]$$

Význam zkratk:

γ – povrchové napětí vody [N/m]

p – zvětšení vnitřního povrchu kapilárních kanálů

$\cos \Theta_r$ – smáčecí schopnost textilie

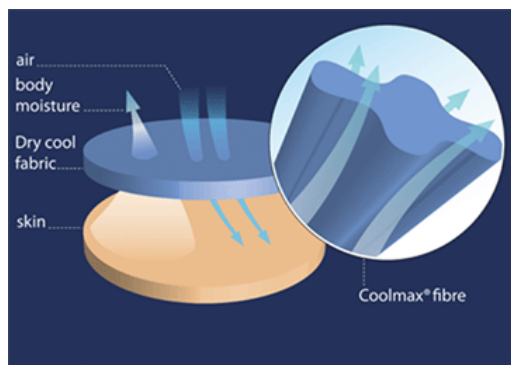
R – poloměr velkých pórů

r – poloměr malých pórů

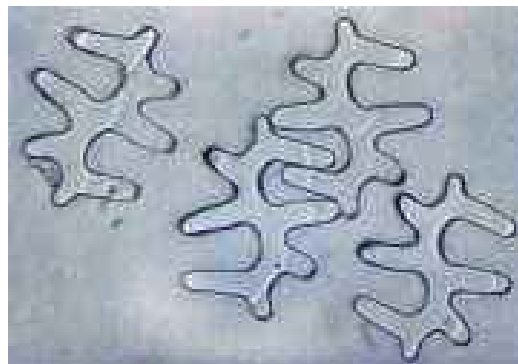
ΔP – kapilární tlak

Aby kapilární odvod byl co nejefektivnější, musí být prostor mezi vlákny dostatečně malý a zároveň musí být příze textilie celistvá, adhezní síly co nejmenší, menší než kapilární. Pro zvýšení knotového efektu se provádí řada chemických úprav (např. laserová úprava – zdrsňování povrchu vláken) nebo úpravy tvaru vlákna. Typickou ukázkou vláken, u kterých kapilární síly převyšují adhezní, jsou vlákna u materiálů značky COOLMAX (Dupont) a

materiály z mikrovláken značky MOIRA. COOLMAX je úplet, který je tvořen speciálně tvarovanými vlákny s vysokým kapilárním efektem. Naopak je tomu u vláken viskóзовých nebo bavlněných, kde naopak adhezní síly převyšují kapilární. Pro srovnání zvlhčený úplet kapkou vody (0,3 ml) se po textilií rozšíří v okruhu menším než 20 mm, kdežto zvlhčený úplet značky COOLMAX má lepší rozšíření vlhkosti po textilií, u kapky vody je to až průměr kruhu 50 mm. Tím se sníží zatížení látky a nedochází tak k diskomfortnímu kontaktnímu vjemu a rovněž i sušení je urychleno, díky nízkým adhezním silám. Další úpravou textilií s vysokými kapilárními silami jsou třívrstvé textilie z hydrofobních vláken, kde první vrstva je tvořena vlákny s nejvyšším průměrem a naopak nejdále od pokožky jsou vlákny s nejmenším průměrem, což zvyšuje kapilární tlakový rozdíl ΔP . Tento princip je nazván tzv. stromový efekt a používá ho i firma MOIRA u vláken PP. Nejlepší vlákna s nejvyšším transportem vlhkosti jsou tzv. 4DG vlákna firmy Eastman Kodak. Tyto vlákna jsou z termoplastického polymeru a mají velmi členitý průřez, což umožňuje samovolný transport kapaliny podél vlákna i vztlínáním. Jeden gram vlákna odvádí až 2 litry za hodinu. Nevýhodou ale těchto vláken je, jejich snadná deformovatelnost. Zakroucená příze z těchto vláken by uzavřela drážky vlákna a k transportu vlhkosti by nedocházelo, proto z těchto vláken není možné vyrábět spodní prádlo, nebo tkané vrchní oblečení [1, 2, 28].



Obr. č. 27 Vlákno Coolmax [27]



Obr. č. 28 Příčný řez 3DG vláken firmy

Eastman Kodak [26]

3.5.2. Sorpční odvod vlhkosti

„Sorpční proces předpokládá nejprve vznik vlhkosti či kapalného potu do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí ve struktuře vlákna a následně navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře.“ [2]. Sorpce je nejpomalejší proces odvodu vlhkosti a je nutné, aby textilie alespoň částečně obsahovala sorpční vlákna.“ [1, 2]

3.5.3. Odvod vlhkosti difúzí

Difúzní odvod vlhkosti je založen na difúzi, což je proces přechodu látek z místa s větší koncentrací do místa s nižší koncentrací. Odvod vlhkosti je v tomto případě rovněž realizován díky pórům v textilií, které se podílí i na kapilárním odvodu. Kdy vlhkost postupuje opět ve směru nižšího parciálního tlaku vodní páry. Na účinnost difúzního odvodu mají vliv nejenom navrstvené textilie ale i vzduchové mezery mezi těmito textiliemi. Tento proces je možné vyjádřit pomocí Fickova zákona [1, 2]:

$$m^* = - D_P \cdot \Delta p_{\text{parc}} / \Delta x = - D_P \cdot (p_{\text{WSAT}} - p_{\text{WE}}) / h = (p_{\text{WSAT}} - p_{\text{WE}}) / R$$

Význam zkratek:

m^* – vteřinové množství páry [$\text{kg/m}^2\text{s}$]

D_P – difúzní koeficient [kg/m.s.Pa]

$\Delta p_{\text{parc}} / \Delta x$ – gradientu parciálního tlaku

h – tloušťka materiálu [mm]

R – odpor [$\text{W}^{-1} \text{Km}^2$]

Pokud nemá oděv ventilace, volné průchody pro vodní páry, dochází pouze k průchodu skrz póry [1, 2].

4. Současné měření tepelně komfortních vlastností

V současné době se měření termofyziologického komfortu, který poskytuje oděv, provádí pomocí tzv. „skin model“, kdy se jedná o přesné napodobení příslušných fyzikálních dějů, které probíhají při nošení oděvu. V tomto případě jsou nejdůležitějšími parametry tepelný a výparný odpor. Což je závislé především na rozdílu parciálních tlaků vodních par na povrchu pokožky a ve vnějším prostředí a dále také na celkové propustnosti vodních par u oděvu, jednotlivých vrstev textilií a mezní vrstvy oděvu. Tento postup ale dostatečně nerespektuje vztah mezi pokožkou, oděvem a prostředím, proto se stále více začínají používat přístroje, u kterých je snaha co nejvíce napodobit přirozené podmínky [1, 2, 10].

Ve Švýcarsku bylo například vyvinuto tzv. potící torzo, které napodobuje stavbu a funkce lidského těla, tj. jádro, tuková vrstva, podkoží a pokožka s 36 potními tryskami. Je vyrobeno z kompaktního teflonu, polyetylenu, aluminia, polyamidu a je naplněno vodou přibližně stejné tepelné kapacity, jako má lidské tělo. Na torzu jsou čidla, je obklopeno tepelnými kryty a je provozováno za konstantní teploty na váhách, které stanovují množství odpařené a kondenzované vody. Na potící torzo jsou umístěny vzorky a je vloženo do klimatické komory, kde je vystaveno proudícímu vzduchu o rychlosti 2 m.s^{-1} . Měření probíhá v různých fázích podle metabolismu člověka při různých aktivitách, kdy jsou funkce torza speciálně nastaveny. Další metodou, která vznikla ve snaze se přiblížit reálným podmínkám, je tepelný manekýn založený na stejném principu jako potící se torzo, ale s možností jednoduchých pohybů. V neposlední řadě je možné testovat tepelně komfortní vlastnosti rovnou na živých osobách, nejlépe v klimatických komorách, kde je možné přesně nastavit potřebné hodnoty. Nicméně tento postup je zdoluhavý a časově náročný, neboť je nutné dělat testy na velkém množství osob, aby byly hodnoty reprodukovatelné [1, 2, 10].

4.1 Permetest

Přístroj je možné charakterizovat jako výše uvedený „skin model“ a měření probíhá na základě příslušné normy ISO 11092 a je nedestruktivní. Jeho součástí je speciálně upravený model lidské pokožky (membrána), který je porézní a je zvlhčován, což simuluje pocení. Na takto vytvořený povrch je přes separační folii přiložen vzorek, který je z vnější strany ofukován. Vyhodnocuje se relativní paropropustnost materiálu p [%] a výparný odpor, neboli odolnost vodním parám R_{et} [$m^2 \cdot Pa/W$], někdy nazývaná také prodyšností. Snižující se R_{et} značí menší odpor, kdy materiál více „dýchá“. Čím ale je vyšší hodnota u paropropustnosti v g/plocha/čas, tím je i lepší odvod vodních par textilií. Nejčastěji se používá jednotka pro paropropustnost g/ m^2 za 24 hod, což značí kolik vlhkosti v g propustí $1m^2$ za den. Směr prostupu vodních par není určen membránou jako takovou, ale rozdílem teplot a parciálních tlaků vnějšího a vnitřního prostředí [1, 2].

Při měření paropropustnosti a výparného odporu je měřicí hlavice, na kterou je přikládán vzorek, udržována pomocí topné spirály na teplotě okolního vzduchu 20 – 23°C. Okolní vzduch je nasáván do přístroje, což zajišťuje izotermické podmínky při měření, a tudíž je možné provádět měření v jakýchkoliv běžných klimatických podmínkách. Nejdříve je měřen tepelný tok bez vzorku (q_o), a poté se vzorkem (q_v). Při měření se vlhkost v porézní vrstvě přeměňuje na páru, která poté prochází přes separační folii a vzorkem. Tepelný tok je měřen snímačem a je přímo úměrný paropropustnosti textilie a nepřímo úměrný jejímu výparnému odporu [1, 2].

Pokud měříme tepelný odpor textilie, má suchá měřicí hlavice přístroje teplotu 10 – 20°C, kdy je tato teplota vyšší, než je teplota okolního vzduchu. Tepelný odpor R_{ct} představuje odpor proti prostupu tepla vzorkem při teplotě t_m jedné strany vzorku a přenosu tepla konvekcí na druhou vnější (mezní) stranu do vzduchu o teplotě t_a . Metoda není příliš přesná, protože se odečítá tepelný odpor pro hladký povrch a nebere se tak ohled na přirozenou drsnost textilií [1, 2].

Přehled symbolů používaných při měření [13, 1, 2]:

- q_o [W/m^2] – plošná hustota tepelného toku (= tepelný tok) procházející měřicí hlavici nezakrytou měřeným vzorkem
- q_v [W/m^2] – plošná hustota tepelného toku (= tepelný tok) procházející měřicí hlavici zakrytou měřeným vzorkem

- P_m [Pa] – nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu hlavice
- P_a [Pa] – parciální tlak vodní páry ve vzduchu uvnitř přístroje
- p [%] - relativní paropropustnost vodních par u materiálu
- R_{ct} [$m^2.K/W$] – tepelný odpor měřeného vzorku
- R_{et} [$m^2.Pa/W$] - výparný odpor měřeného vzorku
- φ [%] – relativní vlhkost vzduchu
- t_m [$^{\circ}C$] – teplota povrchu měřicí hlavice
- t_a [$^{\circ}C$] – teplota vzduchu ofukující vnější vrstvu měřeného vzorku uvnitř přístroje

Stanovení tepelného odporu [1]:

$$R_{ct} = (t_m - t_a) \cdot (q_v^{-1} - q_o^{-1})$$

Stanovení výparného odporu [1]:

$$R_{et} = (P_m - P_a) \cdot (q_v^{-1} - q_o^{-1})$$

Klasifikace propustnosti pro vodní páry [2]:

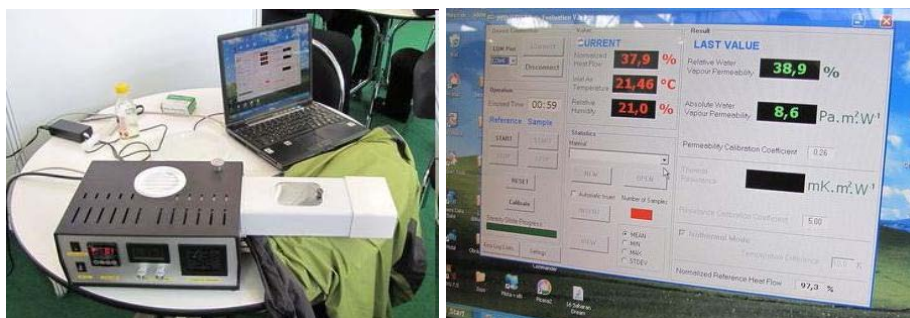
Tab. č. 5 Tabulka klasifikace propustnosti pro vodní páry [2]

Propustnost vodních par [$g/m^2.24h$]		
RET < 6	velmi dobrá	nad 20 000 g/m^2 za 24 hod
RET 6 - 13	dobrá	9 000 - 20 000 g/m^2 za 24 hod
RET 13 - 20	uspokojivá	5 000 - 9 000 g/m^2 za 24 hod
RET > 20	neuspokojivá	pod 5 000 g/m^2 za 24 hod

Relativní paropropustnost [1]:

$$p = 100 \cdot (q_v/q_o)$$

100 % paropropustnost představuje tepelný tok q_o , který je odvozený z odparu volné vodní hladiny o průměru, jaký má měřený vzorek.



Obr. č. 29 Přístroj Permetest [37] Obr. č. 30 Přístroj Permetest [37]

4.2 ALAMBETA

Přístroj ALAMBETA simuluje a zároveň vyhodnocuje krátkodobý, tepelně kontaktní vjem mezi vlhkou pokožkou a suchou textilií. Jedná se o nedestruktivní metodu, kdy je měřena hlavně tepelná jímavost textilie. Měření tepelných vlastností na přístroji spočívá v průchodu tepelného toku q (t) vlhčeným vzorkem simulující lidskou pokožku a měřeným vzorkem od neustáleného stavu k ustálenému (t_1 - teplota měřicí hlavice, t_2 - teplota měřeného vzorku). Měření probíhá pod definovaným přtlakem hlavice, která je vždy o 10 K teplejší než okolí, což nejčastěji odpovídá lidské pokožce. Při kontaktu hlavice a měřeného vzorku dochází k povrchové sorpci a k odvodu vlhkosti od zvlhčeného vzorku (model pokožky). Textilie, které mají vyšší kapilární odvod a sorpci, odvedou od modelu pokožky více vlhkosti a vykazují sušší omak.

Přístroj ALAMBETA je počítačem řízený poloautomat, který vypočítá všechny statistické parametry měření a obsahuje autodiagnostický program, který zabraňuje chybným operacím přístroje. Minimální počet jednotlivých měření je 3 a maximální 20. Z jednotlivých měření přístroj vypočítává aritmetický průměr a variační koeficient při 95% hladině spolehlivosti [1, 2, 3].



Obr. č. 31 Přístroj ALAMBETA (vlastní fotografie)

Měřené hodnoty [1, 3]:

- λ [W/m.K] - měrná tepelná vodivost – Množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času a tím vytvoří rozdíl teplot 1 K. Hodnotu zobrazenou na přístroji je nutné dělit 10^3 . S vyšší teplotou měrná tepelná vodivost klesá.
- b [$W \cdot s^{1/2}/m^2 K$] - tepelná jímavost – Jediná veličina, která popisuje tepelný omak. Jedná se o množství tepla, které proteče jednotkou plochy za jednotku času za rozdílu teplot 1 K, díky akumulaci tepla v jednotkovém objemu. Chladné materiály mají vyšší hodnotu b a tudíž i větší absorpční schopnost.

“Škála naměřených hodnot b pro vyhodnocení vlhkosti jímavosti [1]:

▪ stupeň 5	výborná	400 – 550	$[W \cdot s^{1/2}/m^2 K]$
▪ stupeň 4	dobrá	550 – 650	$[W \cdot s^{1/2}/m^2 K]$
▪ stupeň 3	průměrná	650 – 750	$[W \cdot s^{1/2}/m^2 K]$
▪ stupeň 2	podprůměrná	750 – 850	$[W \cdot s^{1/2}/m^2 K]$
▪ stupeň 1	nedostačující	850 a více	$[W \cdot s^{1/2}/m^2 K]$ “

- r [$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$] - plošný odpor vedení tepla – Jedná se o poměr tloušťky materiálu a měrné tepelné vodivosti. S klesající tepelnou vodivostí se zvyšuje odpor vedení tepla. Tuto veličinu je nutné rovněž dělit 10^3 .

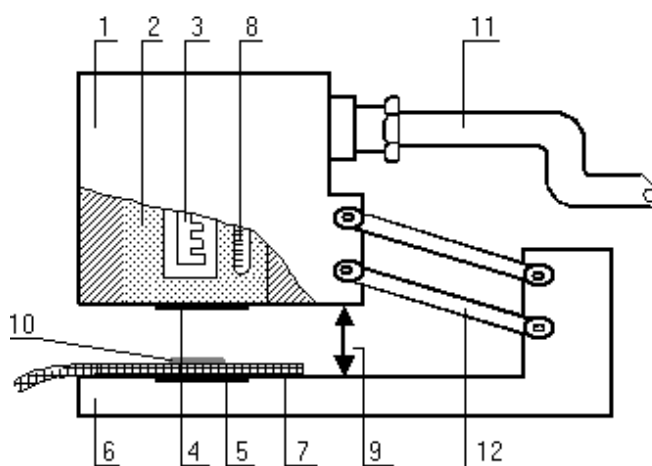
$$r = \frac{h}{\lambda}$$

- h [mm] - tloušťka materiálu
- $a \cdot 10^{-6}$ [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$] - tepelná vodivost (koeficient) – Charakterizuje schopnost materiálu vyrovnávat teplotu. S rostoucí hodnotou zvládá materiál lépe vyrovnávat teplotu.
- p [1] - poměr maximálního a tepelného toku.

$$p = \frac{q_{MAX}}{q_S}$$

- q [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$] - tepelný tok - Jedná se o množství tepla, které se šíří z hlavice přístroje s teplotou t_2 do textilie o teplotě t_1 za jednotku času.

$$q = b \frac{t_2 - t_1}{\sqrt{\pi \cdot \tau}}$$



- 1 – tepelně izolační kryt
- 2 – kovový blok
- 3 – topné těleso
- 4 – snímač tepelného toku
- 5 – snímač tepelného toku
- 6 – základna přístroje
- 7 – vzorek textilie
- 8 – teploměr
- 12 – paralelní vedení

Obr.č. 32 Schéma měřícího přístroje ALAMBETA [9]

4.3 Hydrostatická odolnost „vodní sloupec“

Jedná se o destrukční metodu ČSN EN 20811 (80 0818), která se ale přesto stala velmi důležitým parametrem u kvality sportovních oděvů. Zkouška prostupu tlakové destilované vody je založena na principu protlačování vody přes textilií dokud se neobjeví první tři kapky. Textilie je umístěna na kruhové čelisti o předepsané ploše 1dm^2 . Obvod textilie je pevně upnut, aby pod ni bylo možno pod tlakem vhánět vodu. Tlak je registrován tlakoměrem. Zkoušku lze vyhodnotit třemi základními způsoby [1, 2, 42]:

- Tlakem, který způsobí průnik prvních tří kapek vody na horní plochu textilie při zvyšujícím se tlaku (parametr většinou uváděný na oděvech).
- Časem, který uplyne do průniku prvních tří kapek vody při konstantním tlaku
- Množstvím vody, které proteče textilií při konstantním tlaku za jednotku času

Nepropustnost je u textilie vždy jen do určité míry, velmi přitom záleží na tlaku, který je vyvíjen na textilií, např. k horšímu zadržení vlhkosti dochází v místě, kde popruhy batohu tlačí na vrchovou textilií nebo při pokleknutí, kdy se může jednat až o 15 m vodního sloupce (hydrostatického tlaku). Mikrovláknenné tkaniny vydrží většinou 0,5 – 1m vodního sloupce [1, 2, 42].



Obr. č. 33 Přístroj pro měření hydrostatické odolnosti (vlastní fotografie)

4.4 Martindale

Na přístroji Martindale je možné hodnotit jak sklon textilií ke žmolkování tak odolnost textilií v oděru. Toto zkušební zařízení je již ve světě zcela běžné. Přístroj má velmi snadnou obsluhu a je řízen digitálním nastavitelným počítadlem, které zaznamenává otáčky jedné z vnějších pohonných jednotek, která opisuje Lissajousův obrazec. Přístroj je možné nastavit na ukončení činnosti v přesně stanovených otáčkách a při výpadku proudu, začne pracovat tam, kde proces skončil, bez ztráty dat. Je proto možné provádět měření bez nutnosti neustálé kontroly. Na základní desce jsou umístěny odírací plochy, kterých může být 8, 6 anebo 4. Na Univerzitě v Liberci, kde měření probíhalo, měl přístroj 8 odíracích ploch [11, 10].

Testování na sklon textilií ke žmolkování a na odolnost textilií v oděru je velmi důležité z důvodu opotřebení materiálů při nošení, jednak se textilie při pohybu třou samy o sebe a dále hrozí porušení textilie při zatížení popruhy baťohů apod. [11, 10].

Martindale – Zjišťování sklonu plošných textilií ke žmolkování

Základem testování žmolkovitosti je vzájemné odírání materiálů, při použití stejné textilie. Kruhový zkušební vzorek se při stanoveném zatížení pohybuje kolmo po ploše druhého vzorku. Pohyb sleduje Lissajousův obrazec. Měření se hodnotí vizuálně s etalony, podle kterých se zařadí do stupně žmolkovitosti. Vyhodnocení měření je stanoveno na základě střední hodnoty všech měřených vzorků u příslušného materiálu. Pro měření je nutné mít připraveny tři sady vzorků, jeden se vždy upne do držáku na vzorky a druhý na odírací stůl. Měření probíhá na základě normy ČSN EN ISO 12945-2 [11, 10].

Vizuální hodnocení [11]:

1. *„Husté rozvláknění povrchu anebo silné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají celý povrch vzorku.*
2. *Výrazné rozvláknění povrchu anebo výrazné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají značnou část povrchu vzorku.*
3. *Mírné rozvláknění povrchu anebo mírné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají částečně povrch vzorku.*
4. *Lehké rozvláknění povrchu anebo počátek tvorby vzorků.*
5. *Bez změn“*

Měření probíhá na základě rozdělení materiálů podle následující tabulky [11]:

Tabulka č. 6 Kategorie při zkoušce žmolkování [11]

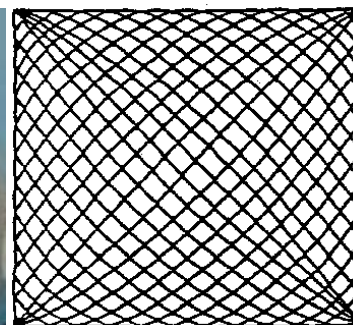
Kategorie	Druh textilie	Odírací materiál	Zatěžovací závaží, g	Stádium hodnocení	Počet otáček
1	Potahové textilie	Vlněná odírací textilie	415 ± 2	1	500
				2	1000
				3	2000
				4	5000
2	Tkaniny s výjimkou potahových	Zkoušená tkanina (líc/líc) nebo vlněná tkanina	415 ± 2	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000
				6	7000
3	Pleteniny s výjimkou potahových	Zkoušená pletenina (líc/líc) nebo vlněná tkanina	155 ± 2	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000



Obr. č 34 Martindale (vlastní fotografie)



Obr. č 35 Etalony (vlastní fotografie)



Obr. č. 36 Lissajousův obrazec [38]

Žmolkovitost je definována jako negativní vlastnost, která má tvorbou žmolků za následek poruchu vzhledu povrchu plošné textilie. Je nutno podotknout, že žmolkovitost se projevuje u všech druhů vláken, avšak některá vlákna mají malou odolnost v ohybu a v krutu, takže žmolky brzy upadnou. Proto se zdá, že některé textilie žmolkuji méně. Každá textilie obsahuje vyčnívající vlákna, tzv. chlupatost. Tato odstávající vlákna jsou schopna se vlivem odírání textilie o textilií nebo textilie o pevné povrchy stáčet, přibírat k sobě další vlákna z jiné textilie, atp. Tak vzniká smotek vláken, kterému pak říkáme žmolek. Tento žmolek může na povrchu textilie ulpívat dlouho – pak říkáme, že textilie žmolkuje, nebo po kratším čase odpadne – říkáme, že textilie žmolkuje méně. Vliv na udržení žmolku na povrchu textilie má odolnost vláken v ohybu a v krutu. Ta vlákna, která mají odolnost v ohybu a v krutu malou, tvoří žmolky, které odpadnou dříve (jsou to vlákna tzv. křehká, jako bavlna, len). Vlákna,

která vykazují vysokou odolnost v ohybu a krutu, vytvářejí žmolky velmi trvanlivé (jsou to vlákna s vysokou tuhostí v ohybu, jako polyester, polyamid) [10].

Martindale – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru

Kruhový zkušební vzorek o průměru 38 mm podložený pěnovým materiálem a připevněný k hlavici držáku se při stanoveném zatížení pohybuje po kruhové normované třecí ploše o průměru 140 mm, tvořenou vlněnou odírací textilií, totožným způsobem jako u zkoušky žmolkovatosti. Zkušební vzorek je zatížen závažím o hmotnosti 595 g, což vyvolává přítlak 9 kPa, a pohybuje se kolmo k odírací ploše. Po každých 50 000 otáčkách je nutné upnout novou normovanou odírací textilií. Hodnotí se poškození vzorku (počtem otáček do poškození), úbytku hmotnosti, změn vzhledu a protržení (počtem otáček do předem stanovené změny povrchu) dle zvolené metody. U některých na trhu prodávaných materiálů je počet otáček nazván počtem martindale, což znamená, že 1 martindale je roven 1 otáčce. Měření se provádí vždy na 4 - 6 vzorcích [12, 10].

Měření probíhá na základě normy ČSN EN ISO 12947- (2 - 4), která definuje poškození vzorku [12]:

- *U tkanin jsou zcela přerušeny dvě samostatné nitě.*
- *U pletenin je přerušena jedna nit a vytvoří se díra.*
- *U vlasových textilií je zcela odřen vlas.*
- *U netkaných textilií se vytvoří v důsledku oděru první díra o průměru minimálně 0,5 mm.*

5.1 Měření propustnosti textilií vzduchem – přístroj FX 3300

Jedná se o zkoušku určení míry odolnosti textilie vůči působení vzduchu z vnější strany. Hodnocení propustnosti je metoda nedestruktivní a rovněž je možné testovat výrobek v celku, aniž by bylo nutné vystříhovat vzorek materiálu z výrobku. Prodyšnost může být někdy žádoucí, např. sportovní oděvy, nebo také nežádoucí, např. zimní oblečení [43,1].

Čím nižší prodyšnost materiál vykazuje, tím lépe odolává skutečnému účinku větru. Prodyšnost vzduchu u textilií je charakterizována jako jejich schopnost propouštět vzduch za daných podmínek. V Laboratořích je prodyšnost standardně hodnocena podle ČSN EN ISO 9237, která definuje prodyšnost jako rychlost proudícího vzduchu přes vzorek textilie za specifikovaných podmínek pro měrnou plochu, tlakový spád a dobu. Norma doporučuje nastavit následující podmínky měření [43,1]:

- 1) Měřená plocha – 20 cm^2
- 2) Tlakový spád 100 Pa



Obr. č. 37 Přístroj FX 3300 (vlastní fotograf.) Obr. č. 38 Přístroj FX 3300 (vlastní fotograf.)

5. Laboratorní zjišťování tepelně komfortních vlastností

Pro zjištění komfortních vlastností bund značky Husky, bylo využito měření na přístrojích ALAMBETA, Permetest, FX 3300, Martindale a měření hydrostatické odolnosti. Pro každé destruktivní měření byly vytvořeny vzorky materiálů samostatně a v případě měření nedestruktivního byly použity totožné vzorky u všech druhů měření.

Měření ALAMBETA, Permetest, FX 3300 a hydrostatická odolnost bylo prováděno v klimatizovaných prostorách laboratoře Textilní univerzity v Liberci. Kde bohužel nebylo možné dosáhnout stálé teploty v místnosti, vyjma měření na přístroji Permetest, který je oddělen měřicí prosklenou kabinou a je tedy možné teplotu stabilizovat blízko 24°C. Teplota ve zbylé části místnosti se pohybuje od 23°C do 24°C. Vlhkost v laboratoři se při měření pohybovala kolem 39 – 50%. Měření na přístroji Martindale nebylo prováděno v klimatizovaných podmínkách.

Vzorky materiálů pocházely z podzimní a zimní kolekce firmy Husky pro rok 2012. Materiály byly použity u outdoorových zimních a podzimních softshellových bund a u zimních outdoorových kalhot, viz obrazová příloha č. 2. Druhů materiálů pro vrchovou vrstvu bylo celkem 3. Jednalo se o 2 druhy na softshellové bundy (materiály typu 1 a materiály typu 2) v různých barvách a o jeden druh materiálu na zimní bundy a zimní kalhoty v černé a červené barvě (materiály typu 3). Poslední skupinu tvořily spodní fleecy a síťoviny (vnitřní materiály), které byly součástí zimních a podzimních bund.

Byly měřeny komfortní vlastnosti jak u materiálů vrchových tak i u spodních, některá měření byla prováděna s oběma vrstvami dohromady, aby bylo dosaženo co nejbližších výsledků pro jednotlivé produkty. Přesné materiálové složení a exaktní postup laminace nebylo bohužel možné zjistit, nicméně základní rozbor jednotlivých materiálů je uveden v následující tabulce č. 7 a fotky vzorků materiálů jsou přiloženy v příloze č. 2:

Tabulka č. 7 Rozbor testovaného materiálu

označení	materiál	typ textilie	rozměry vzorku [m²]	hmotnost vzorku [kg]	plošná hmotnost [g/m²]	tloušťka [mm]	Povrchové aj. úpravy	Další popis
materiály typu 1								
dark grey	PES	plátno	0,002	0,40	200,00	0,30	laminát s membránou	vodoodpudivá úprava
light grey	PES	plátno	0,002	0,36	180,00	0,24	laminát s membránou	vodoodpudivá úprava
red	PES	plátno	0,002	0,39	195,00	0,27	laminát s membránou	vodoodpudivá úprava
materiály typu 2								
black	PES	lomený kepr	0,002	0,43	215,00	0,41	laminát s membránou	vodoodpudivá úprava
pink	PES	lomený kepr	0,002	0,43	215,00	0,42	laminát s membránou	vodoodpudivá úprava
blue	PES	lomený kepr	0,002	0,42	210,00	0,42	laminát s membránou	vodoodpudivá úprava
white	PES	lomený kepr	0,002	0,41	205,00	0,41	laminát s membránou	vodoodpudivá úprava
materiály typu 3								
black	PES	plátno	0,002	0,35	175,00	0,29	laminát s membránou	vodoodpudivá úprava
red	PES	plátno	0,002	0,36	180,00	0,32	laminát s membránou	vodoodpudivá úprava
vnitřní materiály								
black	PES + elastan	zátažná pletenina, počesaná	0,002	0,51	255,00	0,99	-	-
black soft	PES + elastan	zátažná pletenina	0,002	0,45	225,00	0,56	-	-
grey	PES	osnovní pletenina - membrána	0,002	0,20	100,00	0,54	-	-

5.2 Měření na přístroji ALAMBETA

Tato metoda je nedestruktivní a tudíž zjišťování tepelně komfortních vlastností probíhalo na celých materiálech před ostatními druhy měření. Popis měření a přístroje je uveden v kapitole 4.2.

Pro hodnocení termofyziologických vlastností byly vybrány následující parametry:

- λ [W/m.K] - měrná tepelná vodivost,
- r [m².K/W] - plošný odpor vedení tepla,

které nejvíce charakterizují důležité vlastnosti u podzimních a zimních bund, neboť měrná tepelná vodivost je nezávislá na tloušťce materiálu a spolu s plošným odporem vedení tepla, který naopak je závislý na tloušťce, nejlépe charakterizují tepelnou izolaci. Maximální počet měření byl 20 a nejmenší počet měření 5, protože jednotlivé materiály poskytnuté firmou Husky neměly totožnou velikost. Materiály pro spodní vrstvu byly nejmenší a měly cca 30 x 20 cm.

Tabulka č. 8 Měrná tepelná vodivost $\lambda \cdot 10^{-3}$ [W.m⁻¹.K⁻¹]

druh materiálu	materiály typu 1			materiály typu 2				materiály typu 3		vnitřní materiály		
barva materiálu	dark grey	light grey	red	black	pink	blue	white	black	red	black	black soft	grey
x	54,30	50,80	51,80	59,80	60,40	61,60	59,20	55,80	58,10	44,00	68,60	38,90
v [%]	7,00	6,00	5,90	1,70	2,00	2,00	2,40	2,70	3,10	1,10	1,80	1,40
h [mm]	0,3	0,24	0,27	0,41	0,42	0,42	0,41	0,29	0,32	0,99	0,56	0,54

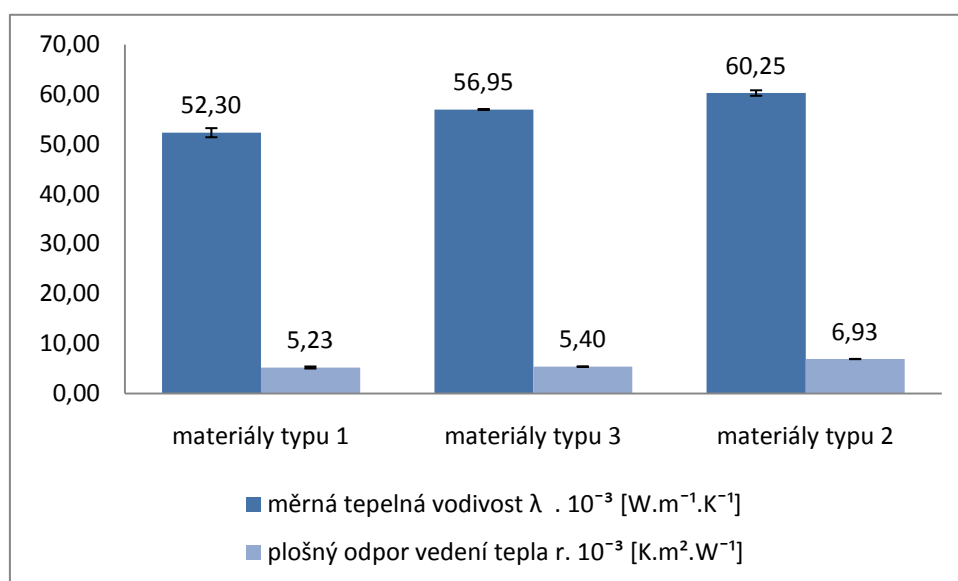
Tabulka č. 9 měrná tepelná vodivost jednotlivých typů materiálů $\lambda \cdot 10^{-3}$ [W.m⁻¹.K⁻¹]

	průměr x	směrodatná odchylka v [%]	horní mez	dolní mez	počet měření n [1]
materiály typu 1	52,30	1,47	53,13	51,47	12,00
materiály typu 2	60,25	0,89	60,75	59,75	10,00
materiály typu 3	56,95	1,15	57,60	56,30	20,00
vnitřní materiály	různé materiály	různé materiály	různé materiály	různé materiály	5 - 8

Tabulka č. 10 Plošný odpor vedení tepla jednotlivých typů materiálů $r \cdot 10^{-3}$ [K.m².W⁻¹]

	průměr x	směrodatná odchylka	horní mez	dolní mez	počet měření n [1]
materiály typu 1	5,23	0,33	5,42	5,04	12,00
materiály typu 2	6,93	0,04	6,95	6,91	10,00
materiály typu 3	5,40	0,10	5,44	5,36	20,00
vnitřní materiály	různé materiály	různé materiály	různé materiály	různé materiály	5 - 8

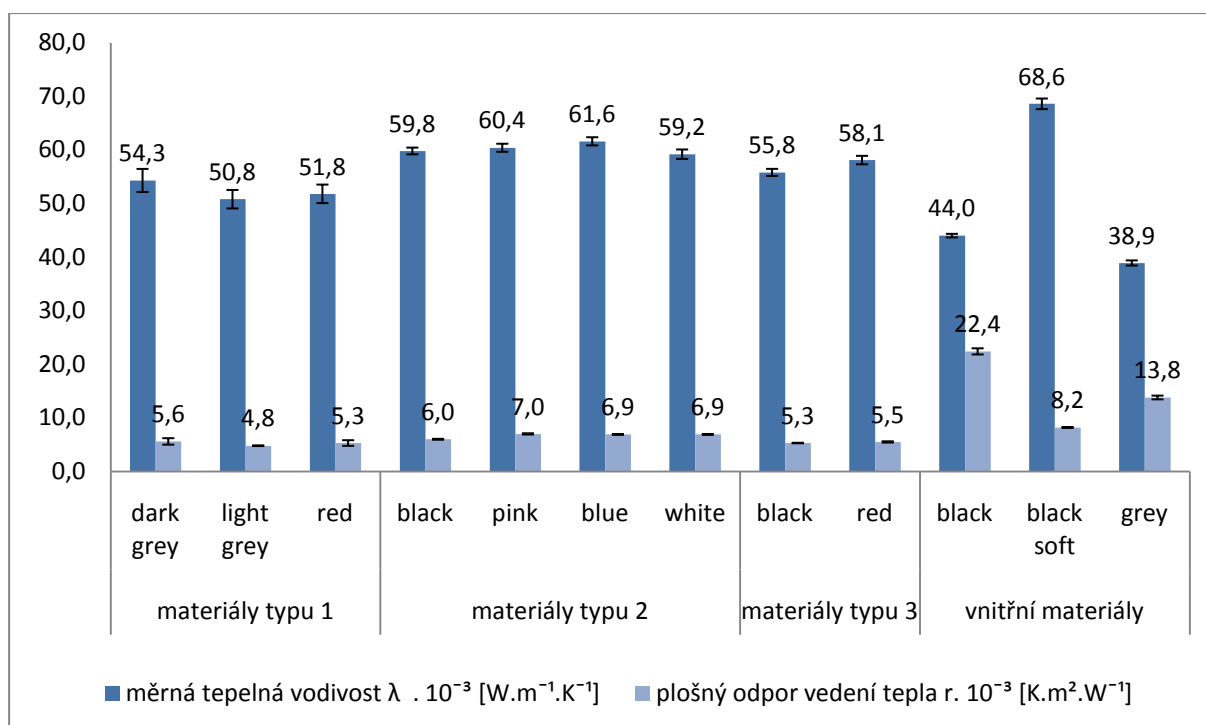
Vzhledem k tomu že svrchní materiály pro testy byly vyrobeny jako tři typy materiálů (materiály typu 1, materiály typu 2 a materiály typu 3), kdy každý druh by měl vykazovat shodné hodnoty, bez ohledu na barevnost, jsou v předchozích dvou tabulkách vypsány hodnoty vždy určité kategorie bez ohledu na jejich barevnost. U vnitřních materiálů je uveden pouze počet měření a dolní a horní mez naměřených hodnot, protože jednotlivé materiály byly vyrobeny rozdílným způsobem a jedná se o zcela odlišné textilie. Na níže uvedeném grafu jsou pro lepší názornost zobrazeny průměrné hodnoty všech svrchních materiálů vždy od příslušného druhu bez ohledu na barevnost.



Graf č. 1 Plošný odpor vedení tepla $r \cdot 10^{-3} \text{ [K}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}]$ a měrná tepelná vodivost $\lambda \cdot 10^3 \text{ [W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}]$

Tabulka č. 11 Plošný odpor vedení tepla $r \cdot 10^{-3} \text{ [K}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}]$

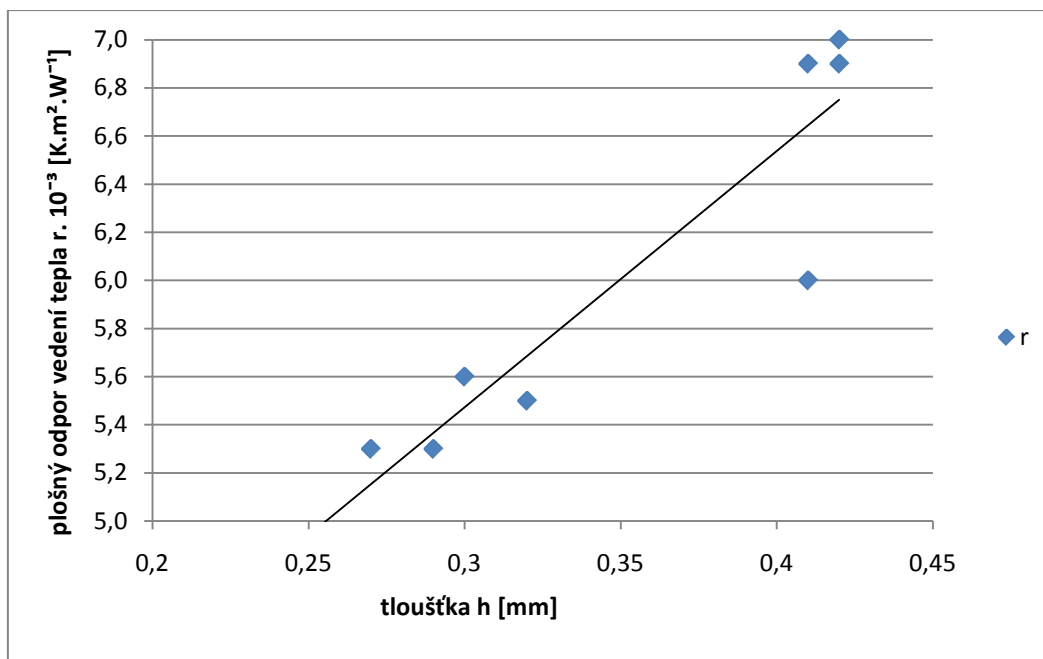
druh materiálu	materiály typu 1			materiály typu 2				materiály typu 3		vnitřní materiály		
barva materiálu	dark grey	light grey	red	black	pink	blue	white	black	red	black	black soft	grey
x	5,60	4,80	5,30	6,00	7,00	6,90	6,90	5,30	5,50	22,40	8,20	13,80
v [%]	19,00	2,40	17,50	2,30	2,70	1,70	0,90	2,10	4,90	3,70	1,00	2,90
h [mm]	0,3	0,24	0,27	0,41	0,42	0,42	0,41	0,29	0,32	0,99	0,56	0,54



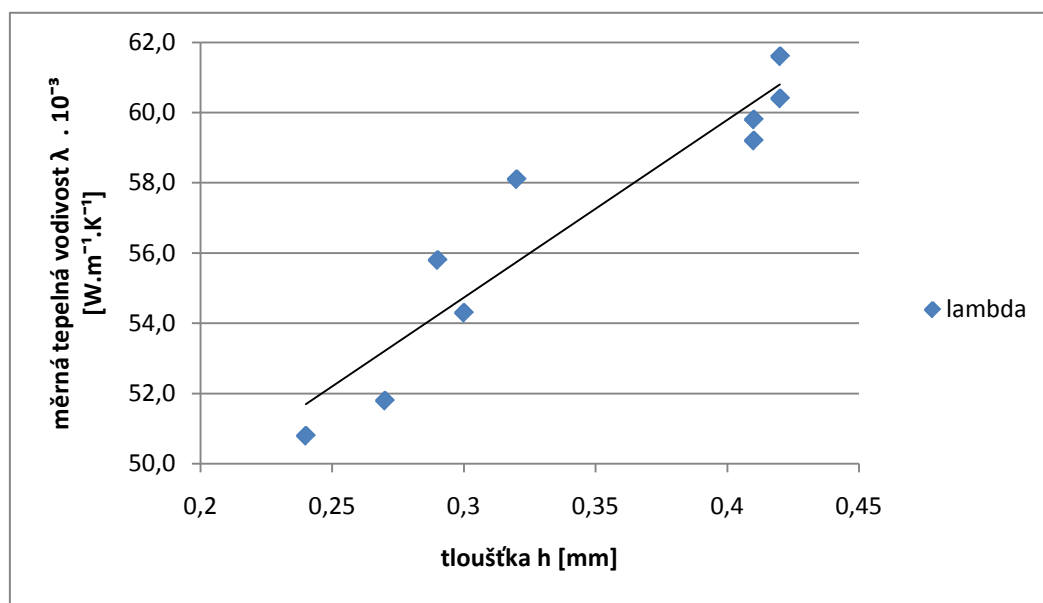
Graf č. 2 Plošný odpor vedení tepla $r \cdot 10^{-3} [K \cdot m^2 \cdot W^{-1}]$ a měrná tepelná vodivost $\lambda \cdot 10^3 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$

Je stanoveno, že čím je nižší tepelná vodivost, tím je vyšší tepelný odpor: $r = h/\lambda$. Z naměřených hodnot je patrné, že nejlepší měrnou tepelnou vodivost mají materiály typu 2 a zároveň mají i největší tepelný odpor r . I když je zřejmé, že u vzorků, u kterých se tloušťka pohybuje okolo 0,4, a mají velmi podobné vlastnosti, je velmi složité pozorovat rozdíly a vzájemně je mezi sebou porovnávat. Díky minimální tloušťce materiálů, bylo někdy nutné opakovat pokusy i několikrát za sebou, aby přístroj nehlásil chybu měření. Materiály typu 3 mají hodnoty měrné tepelné vodivosti o něco málo nižší, což je samozřejmé, přesto odpor by měl spíše růst než klesat. Naměřené hodnoty nicméně odpovídají oblasti použití těchto materiálů. U vnitřních materiálů je nejvyšší měrná tepelná vodivost u textilie black soft, kde je i výrazně vyšší než u ostatních. Rozdíly v barvách u stejných druhů materiálů jsou minimální, což je i jasně patrné z grafu.

Na níže uvedených grafech jsou zobrazeny závislosti plošného odporu vedení tepla a měrné tepelné vodivosti na tloušťce materiálu. Data byla vynesena pouze pro svrchní materiály, které mají vlastnosti podobné. Vnitřní materiály spadají do jiné kategorie výrobků, proto nebyly do grafu zahrnuty. Z grafu číslo 3 je patrné, že s nárůstem tloušťky materiálu roste i plošný odpor. Stejně hodnocení je možné tvrdit i u závislosti měrné tepelné vodivosti na tloušťce, neboť z grafu je opět patrná závislost růstu měrné tepelné vodivosti na tloušťce.



Graf č. 3 Graf závislosti plošného odporu vedení tepla $r \cdot 10^{-3}$ [K.m².W⁻¹] na tloušťce h [mm]

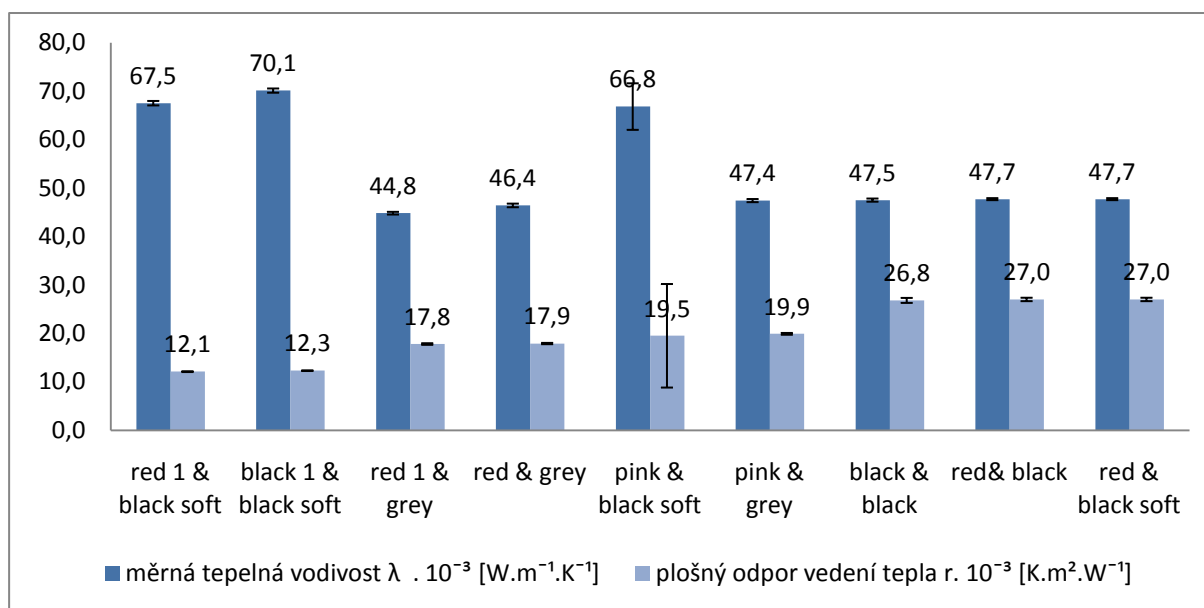


Graf č. 4 Graf závislosti měrná tepelné vodivosti $\lambda \cdot 10^{-3}$ [W.m⁻¹.K⁻¹] na tloušťce h [mm]

Tabulka č. 12 Měrná tepelná vodivost $\lambda \cdot 10^3 [W.m^{-1}.K^{-1}]$ a plošný odpor vedení tepla $r \cdot 10^{-3} [K.m^2.W^{-1}]$

vrstvené materiály	měrná tepelná vodivost $\lambda \cdot 10^{-3} [W.m^{-1}.K^{-1}]$	variační koeficient v [%]	plošný odpor vedení tepla $r \cdot 10^{-3} [K.m^2.W^{-1}]$	variační koeficient v [%]	počet měření n [1]
red 1 & black soft	67,5	1,1	12,1	1,1	10
black 1 & black soft	70,1	1,0	12,3	0,9	10
red 1 & grey	44,8	1,0	17,8	1,5	10
red & grey	46,4	1,3	17,9	1,2	10
pink & black soft	66,8	11,6	19,5	88,4	10
pink & grey	47,4	1,1	19,9	1,5	10
black & black	47,5	1,1	26,8	3,1	10
red & black	47,7	0,7	27,0	2,1	10
red & black soft	47,7	0,7	27,0	2,1	10

U naměřených hodnot při spojení materiálů tak, aby se co nejvíce blížilo spojení používané u finálních produktů, je opět vidět výrazný rozdíl při použití podšívky black soft, která byla počesaná a měla největší tloušťku. Kdy měrná tepelná vodivost vzrůstá a plošný odpor se snižuje, ovšem už ne tak rapidně, jako tomu bylo u měření samotného materiálu black soft. Díky vrchovému materiálu se odpor sníží jen minimálně a u materiálů typu 3 (red, black) se odpor ani měrná tepelná vodivost při změně podšívky vůbec nemění. V případě použití síťoviny, která se běžně používá v oblastech, kde se člověk nejvíce potí (záda, podpaždí), záleží na místě měření, neboť pletenina použitá na síťovinu byla velmi řídká.



Graf č. 5 Měrná tepelná vodivost $\lambda \cdot 10^3 [W.m^{-1}.K^{-1}]$ a plošný odpor vedení tepla $r \cdot 10^{-3} [K.m^2.W^{-1}]$ u spojených materiálů

5.3 Měření na přístroji Permetest

Výparný odpor R_{et} [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}$] byl testován na přístroji Permetest v souladu s normou ISO 11092 při rychlosti vzduchu 1 m/s. Tato metoda je nedestruktivní a proto měření probíhalo na celých materiálech před dalšími druhy měření. Popis měření a popis přístroje je uveden v kapitole 4.1.

Pro měření byly použity následující parametry:

- R_{et} [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}$] – výparný odpor,
- Propustnost vodních par [g/m^2 za 24h]

Tabulka č. 13 Relativní paropropustnost [%] a výparný odpor [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$]

	Relativní paropropustnost [%]				Výparný odpor [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$]			
	průměr	směrodatná odchylka	horní mez	dolní mez	průměr	směrodatná odchylka	horní mez	dolní mez
materiály typu 1								
dark grey	49,10	0,88	50,09	48,10	5,50	0,21	5,74	5,26
light grey	18,64	1,96	20,86	16,43	24,72	3,88	29,11	20,33
red	55,48	2,08	57,83	53,13	4,65	0,30	5,00	4,31
materiály typu 2								
black	49,02	0,63	49,73	48,30	6,00	0,16	6,18	5,82
pink	48,11	2,76	51,24	44,98	6,20	0,68	6,97	5,43
blue	49,90	2,05	52,22	47,58	5,77	0,47	6,31	5,24
white	47,34	1,86	49,44	45,24	6,39	0,45	6,89	5,88
materiály typu 3								
black	66,43	2,41	69,16	63,70	2,88	0,28	3,19	2,56
red	59,66	8,57	69,36	49,96	4,30	1,66	6,18	2,42
vnitřní materiály								
black	61,63	0,52	62,22	61,04	3,58	0,06	3,64	3,51
black soft	74,82	2,14	77,24	72,39	1,88	0,16	2,06	1,69
grey	80,75	0,84	81,70	79,80	1,31	0,06	1,38	1,24

Následně lze převést podle hodnocení tabulky č. Propustnost vodních par, z kapitoly 4.1:

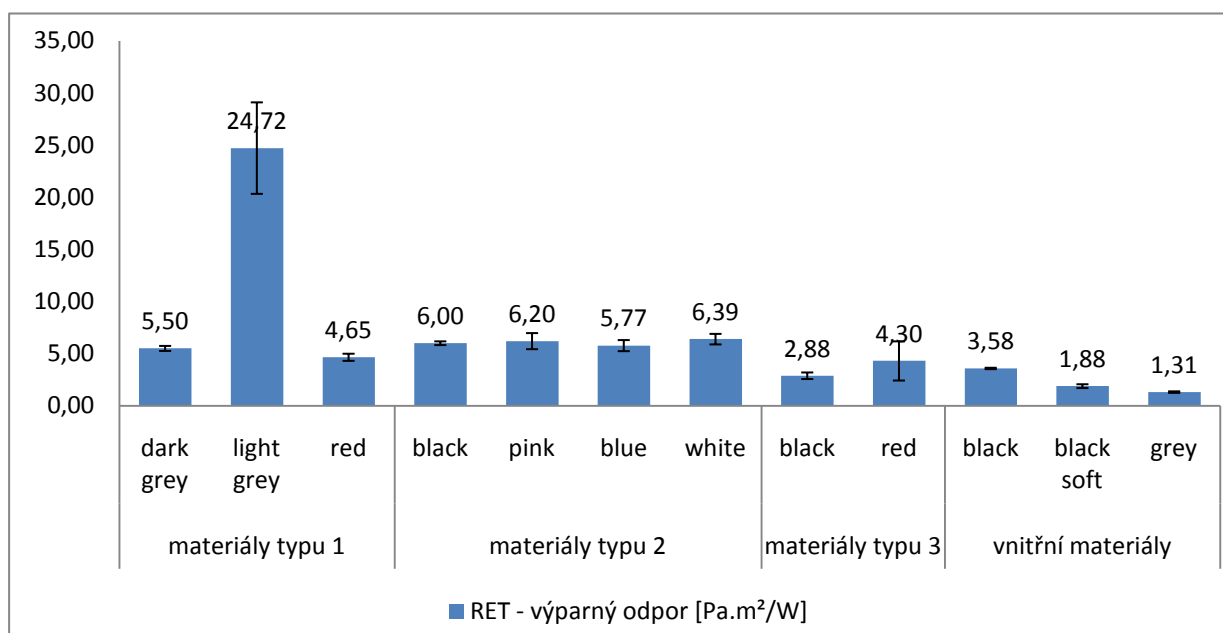
Tabulka č. 14 Propustnost vodních par

Propustnost vodních par	
materiály typu 1	dobrá
dark grey	velmi dobrá
light grey	neuspokojivá
red	velmi dobrá
materiály typu 2	dobrá
black	dobrá
pink	dobrá
blue	velmi dobrá
white	dobrá
materiály typu 3	velmi dobrá
black	velmi dobrá
red	velmi dobrá
vnitřní materiály	
black	velmi dobrá
black soft	velmi dobrá
grey	velmi dobrá

Tabulka č. 15 Propustnost vodních par

Propustnost vodních par materiálů vrstvených	
black & black	uspokojivá
black & black soft	dobrá
black & grey	dobrá
red & black	uspokojivá
red & black soft	dobrá
red & grey	dobrá
pink & black soft	uspokojivá
pink & grey	uspokojivá
red 1 & black soft	neuspokojivá
red 1 & grey	uspokojivá

Propustnost vodních par byla vyhodnocena na základě třech měření u každého vzorku a poté byly testovány dvě vrstvy najednou, aby se docílilo, co možná nejvěrnějšího modelu vrstvení u samotných výrobků.



Graf č. 6 Výparný odpor RET [Pa.m²/W]

Nejlepších výsledků dosahovaly materiály typu 3, kdy hodnoty RET byly nižší než 6. Těchto hodnot dnes dosahují ty nejlepší membránové materiály na trhu. U materiálů typu 1 bylo hodnocení velmi dobré, výjimku ale tvořil materiál light grey, kdy hodnoty byly nejnižší. Vzhledem k tomu že jednotlivé barvy by u každého druhu materiálu měly vykazovat stejné nebo velmi podobné hodnoty, může se proto jednat např. o chybný postup výroby u tohoto vzorku materiálu. Dobré až velmi dobré hodnoty RET měly materiály materiály typu 2, kdy je z grafu patrné, že u tohoto druhu materiálu byly naměřeny nejvyrovnanější hodnoty. Propustnost vodních par u vnitřních materiálů je samozřejmě nejlepší u materiálu gray díky jeho struktuře, kdy se tato síťovina používá v místech určených pro odvětrávání. Materiál black soft se někdy používá na vnější vrstvu u softshellových bund anebo do zimních bund na některé části podšívky, dalo se tudíž očekávat, že výparný odpor bude nižší než u vnitřního materiálu black, který se používá pouze jako spodní vrstva u zimních bund.

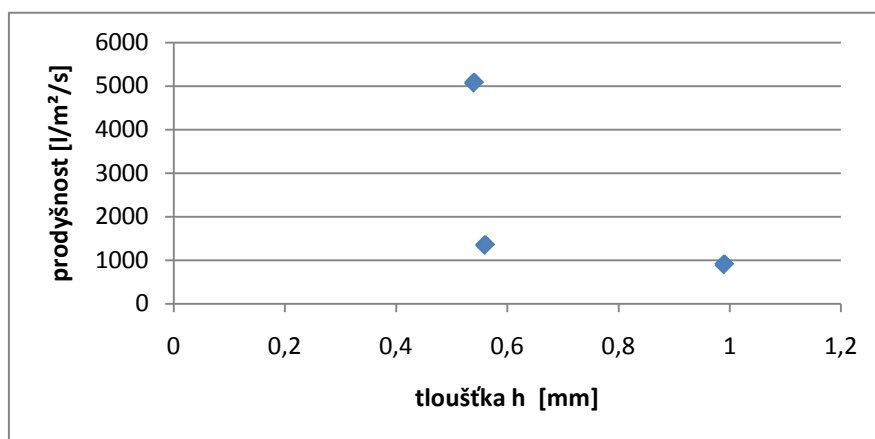
5.4 Měření na přístroji FX 3300

Prostupnost pro vzduch byla testována podle normy ČSN EN ISO9237 (800817) Textilie – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií. Tlakový spád byl použit 100 Pa uváděný pro oděvní textilie. Na přístroji byla přímo odečítána hodnota prodyšnosti v $[mm/s] = [l/m^2/s]$. Princip měření je založen na tlakovém rozdílu mezi oběma povrchy testovaného materiálu. Podrobnější informace o přístroji a o způsobu měření byly již zmíněny v kapitole 5.1. Tato metoda je rovněž nedestruktivní a proto bylo možné vkládat do přístroje opět celé vzorky.

Tabulka č. 16 Prodyšnost $[l/m^2/s]$

Prodyšnost - Hydrostatic Head Tester (ISO 100 l/m²/s)																								
	Měření																							
materiály typu 1	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	průměr	směrodatná odchylka	horní mez	dolní mez
dark grey	Velmi nízká prodyšnost, mimo rozlišovací schopnost přístroje.																							
light grey																								
red																								
materiály typu 2	Velmi nízká prodyšnost, mimo rozlišovací schopnost přístroje.																							
black																								
pink																								
blue																								
white																								
materiály typu 3	Velmi nízká prodyšnost, mimo rozlišovací schopnost přístroje.																							
black																								
red																								
vnitřní materiály	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	průměr	směrodatná odchylka	horní mez	dolní mez
black	888	854	848	880	883	938	906	899	918	917	874	876	875	944	891	907	881	954	963	941	901,85	32,05	963	848
black soft	1380	1330	1350	1320	1320	1310	1340	1360	1370	1380	1390	1380	1350	1320	1330	1330	1320	1370	1360	1320	1346,5	24,95	1390	1310
grey	5130	5150	5000	5060	5050	5000	4990	5090	5030	5100	5170	5050	5030	5010	5020	5110	5120	5090	5130	5140	5073,5	54,98	5170	4990

Je dáno, že čím nižší prodyšnost materiál vykazuje, tím lépe odolává skutečnému účinku větru. U materiálů materiály typu 1, materiály typu 2 a u materiály typu 3 byla zjištěna prodyšnost velmi malá, tak nízká že přístroj ji nebyl schopen zaznamenat. Z tohoto důvodu je možné říci, že všechny testované vnější materiály mají velmi nízkou prodyšnost a proto je jejich užití na zimní a softshellové bundy zcela opodstatněné.



Graf č. 7 Prodyšnost pro vnitřní materiály $[l/m^2/s]$

Prodyšnost u vnitřních materiálů se různila podle struktury textilií. Nejvíce prodyšný materiál je síťovina grey, která měla nejlepší naměřené výsledky i u propustnosti vodních par, u měření plošného odporu vedení tepla a také u měrné tepelné vodivosti materiálu. Tento materiál, jak již bylo zmíněno, se používá na místa určená k odvětrávání, proto by měla být prodyšnost právě zde největší. Materiál grey má také i nejmenší tloušťku z vnitřních textilií. Materiály black soft a black měly poměrně podobné výsledky, kdy se prodyšnost pohybovala okolo 1000 [l/m²/s]. Je ale samozřejmé, že tyto materiály nebyly konstruovány jako neprodyšné, ba právě naopak, neboť neprodyšnost musí splňovat vnější materiály.

5.5 Měření hydrostatické odolnosti

Měření hydrostatické odolnosti materiálu bylo prováděno podle normy ČSN EN 20811 (800818) Textilie – Stanovení odolnosti proti pronikání vody, zkouška tlakem vody. Přírůstek tlaku byl stanoven pro odolné textilní materiály na 60 cm H₂O/min v souladu s touto normou. Bližší informace byly již uvedeny v kapitole 4.3.

Doba měření byla u materiálů typu 1 cca 1 minuta až 3 minuty a tyto tkaniny měly nejmenší hydrostatickou odolnost. U materiálů typu 2 opakovaně zkouška končila protržením vzorku a trvala přibližně 15 – 21 min. U vzorků, kde došlo k protržení před vznikem 3. kapky, je uvedena hodnota těsně před protržením. Materiály typu 3 měly největší hydrostatickou odolnost. Doba měření byla cca 23 – 32 min. Během pokusu se u červené tkaniny opakovaně tvořila vzduchová bublina, která se následně zvětšovala. K uvolňování jednotlivých kapek u červené tkaniny nedocházelo, protože měření dříve selhalo. Materiál je pravděpodobně výrazně odolný v tahu a laminace je plošná.

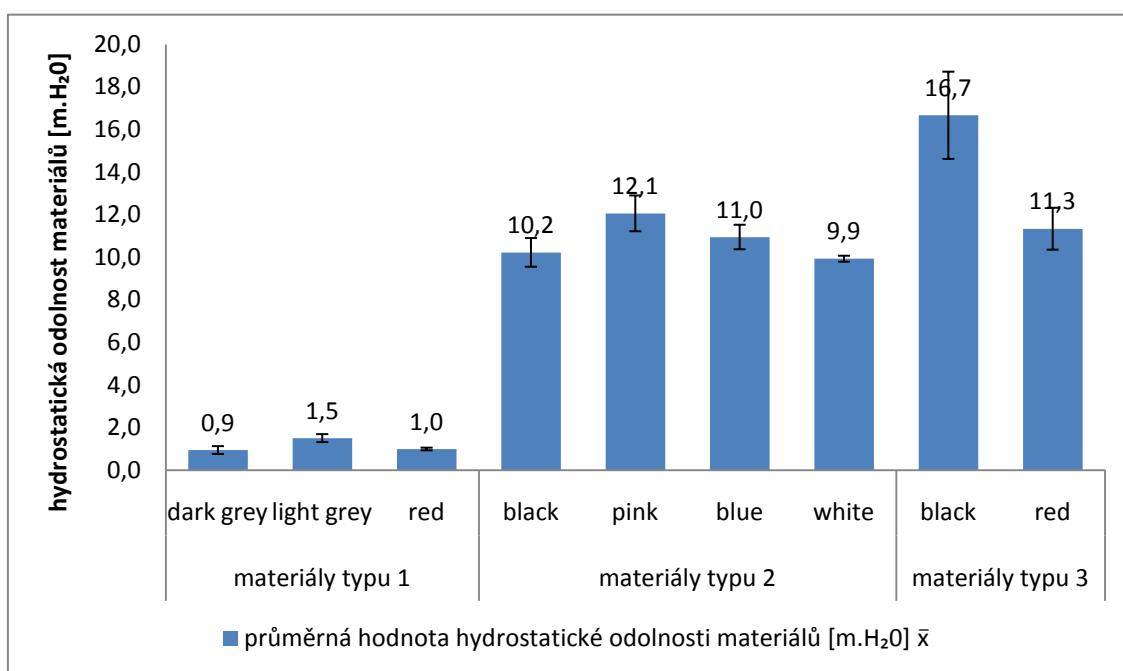
Tabulka č. 17 Měření hydrostatické odolnosti [m.H₂O]

Měření [m.H ₂ O]							
	1.	2.	3.	průměr	směrodatná odchylka	horní mez	dolní mez
materiály typu 1							
dark grey	0,721	1,08	1,045	0,95	0,16	1,13	0,77
light grey	1,57	1,673	1,282	1,51	0,17	1,70	1,32
red	0,992	1,068	0,931	1,00	0,06	1,06	0,93
materiály typu 2							
black	10 pokus zastaven, průnik vody	11,044 těsně před protržením	9,64 ihned poté protržení	10,23	0,60	10,90	9,55
pink	11,67 protržení bez kapky	13,1 protržení bez kapky	11,413 protržení s jednou kapkou	12,06	0,74	12,90	11,22
blue	11,53 ihned poté protržení	11,03 protržení s jednou kapkou	10,291 nedošlo k protržení	10,95	0,51	11,53	10,37
white	9,758 nedošlo k protržení	10,012 protržení s jednou kapkou	10,026 protržení s dvěma kapkami	9,93	0,12	10,07	9,79
materiály typu 3							
black	16,89 větší průnik vody u těsnění, pouze jedna kapka	14,344	18,76 po 30 min navlhnutí i spodního materiálu, předtím pouze jedna kapka	16,66	1,81	18,71	14,62
red	10,993 zastavení pokusu, vznik vzduchové bubliny	10,491 zastavení pokusu, vznik vzduchové bubliny	12,534 zastavení pokusu, vznik vzduchové bubliny	11,34	0,87	12,32	10,36

Hydrostatická odolnost ani u jednoho materiálu typu 1 a 2 nedosahovala 15 m vodního sloupce, proto by jejich užití nebylo zcela vhodné pro extrémní zimní aktivity. Nicméně je zcela dostačující pro běžnou zimní turistiku a běžné zimní sporty jako je lyžování, běžkování atd. U materiálů typu 1 byly hodnoty dokonce nižší než 0,2 m vodního sloupce, takovéto textilie tudíž ani nemůžeme zařadit do tzv. vysoce odolných textilií. Materiály typu 3 měly nejlepší výsledky až k 16 m vodního sloupce, i když průběh měření neprobíhal vždy standardně.

Popis výšky vodního sloupce, která spolehlivě zabrání průniku vody při [8]:

- 5 m - sezení v mokré trávě, na mokré lavičce
- 12 m - klečení v mokré trávě nebo sněhu
- 15 m - tlaku popruhů těžkého batohu
- 20 m - pádu lyžaře v rychlosti do mokrého sněhu



Graf č. 8 Průměrné hodnoty hydrostatické odolnosti materiálů [m.H₂O]

Z grafu je patrné, že opět jednotlivé druhy materiálů měli v rámci jednoho druhu textilie podobné hodnoty nezávisle na jejich barevnosti. Jediný větší rozdíl vykazují materiály typu 3, i když tato hodnota není zcela směrodatná, díky rozdílnému průběhu jednotlivých měření.

5.6 Měření na přístroji Martindale

Martindale – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru

Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru na přístroji Martindale je prováděno podle normy ČSN EN ISO 12947-(1-4) a bylo vyloženo v kapitole 4.4. Měření probíhalo vždy na čtyřech vzorcích jednoho materiálu najednou, díky osmi odíracím plochám, kdy bylo možné umístit vždy dva rozdílné druhy materiálů do přístroje a tak lépe porovnávat rozdíly. Tato metoda je destruktivní, proto bylo nutné vyříznout z každé textilie kruhy o průměru 38 mm, které se následně odíraly o normovanou vlněnou tkaninu. Měření bylo uskutečněno na všech materiálech vnější i vnitřní vrstvy.

Díky vysoké odolnosti všech vnějších textilií, probíhalo měření několik dnů. Téměř všechny vzorky dosáhly hodnoty tzv. 50 000 martindale, kdy u některých bychom mohli i nadále v měření pokračovat, ale tato hodnota je považována již za dostatečně vysokou k prokázání odolnosti materiálů. Nejvíce opotřebované byly vždy okraje vzorků, většinou došlo k ošoupání barvy a k rozvláknění, u materiálů typu 3 dokonce i k prodření vzorků a to opět na okrajích. Jediný výrazný rozdíl byl zaznamenán u materiálu typu 1 (red), u kterého byly známky poškození nejrychleji patrné, poslední vzorek odolal pouze 12 000 martindale.

Tabulka č. 18 Měření oděru¹

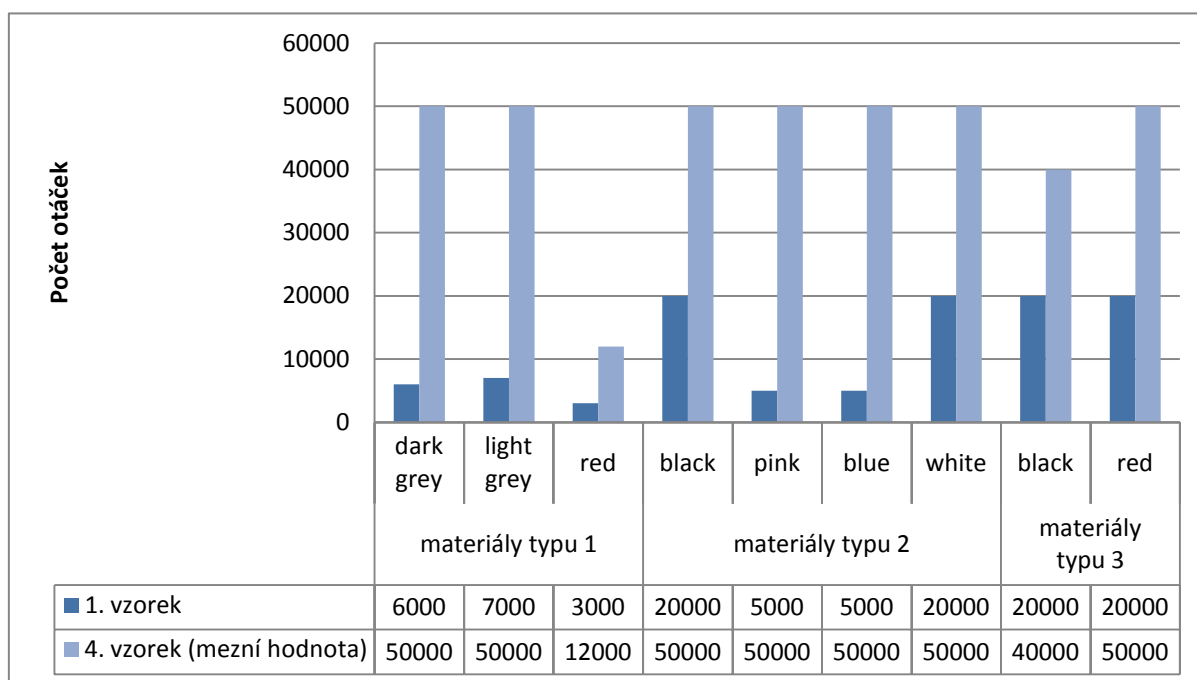
druh materiálu	materiály typu 1			materiály typu 2				materiály typu 3	
vzorky	dark grey	light grey	red	black	pink	blue	white	black	red
1. vzorek	6000	7000	3000	20000	5000	5000	20000	20000	20000
2. vzorek	15000		6000	40000			40000		40000
3. vzorek			12000			40000			
4. vzorek (zbylé vzorky)	neporušený při 50000	neporušený při 50000	12000	neporušený při 50000	neporušený při 50000	neporušený při 50000	neporušený při 50000	40000	50000
1 neporušený vzorek pro porovnání	20000	20000			20000	15000			
x - odběr 2 vzorků při porušení	10500	jen 1 porušen	4500	30000	jen 1 porušen	22500	30000	30000	30000

Uvedená tabulka v krátkosti popisuje průběh měření, kdy byly postupně odebírány vzorky, u kterých došlo k přetržení vazného bodu, u každého vzorku je zaznamenán počet otáček (martindale) při odebrání. Vzhledem k tomu, že materiály měly velmi nízkou tloušťku

¹ x - odběr vzorku při porušení je průměrná hodnota vždy z prvních dvou porušených vzorků.

a byly hustě setkány, přetržení jednoho vazného bodu bylo poměrně složité pozorovat, proto byly u některých vzorků odebrány vzorky k porovnání dále odíraných textilií, což je zobrazeno na předposledním řádku tabulky. Pro celkové dokreslení měření je v příloze č. 1 přiložen detailní průběh testování i s detailním popisem vzorků při každém odebrání vzorku.

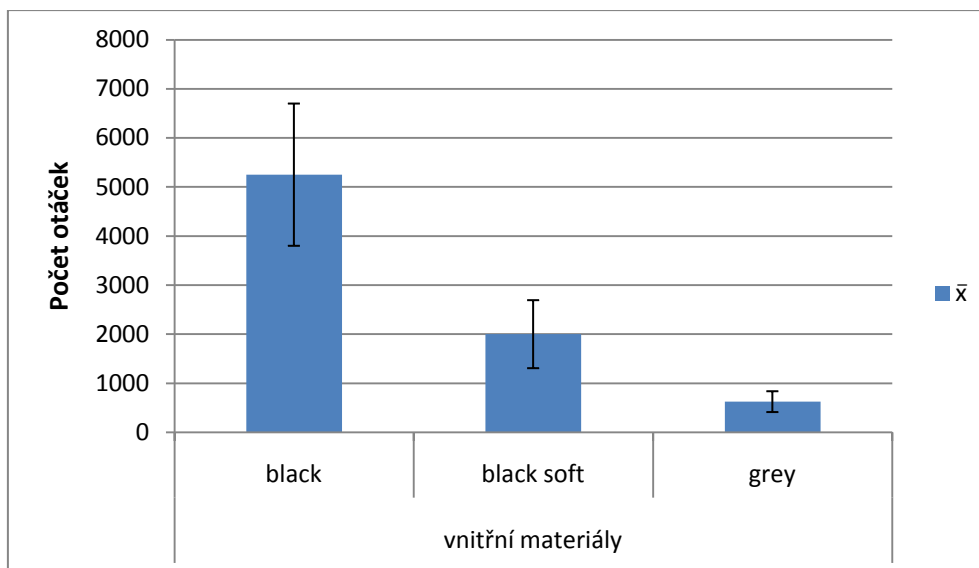
Pro lepší orientaci je částečně tabulka převedena na graf, kde můžeme lépe pozorovat rozdíly mezi barvami a mezi druhy materiálů. Materiály typu 2 měly opět nejvyrovnanější naměřené hodnoty a dokonce vyšší než tomu bylo u materiálů typu 3. V tabulce č. 19 a na grafu č. 10 jsou zobrazeny hodnoty měření u materiálů vnitřních, kdy u všech vzorků došlo k přetržení vazného bodu. Nejvyšších naměřených hodnot dosahoval materiál black až 7000 a celkově nejnižší hodnoty byly zjištěny u síťoviny grey. Nejlepších průměrných výsledků z měření vykazoval materiál black.



Graf č. 9 Počet otáček – měření oděru

Tabulka č. 19 Měření oděru

druh materiálu	vnitřní materiály		
počet otáček	black	black soft	grey
1. vzorek	3000	1000	500
2. vzorek	5000	2000	500
3. vzorek	6000	2000	500
4. vzorek	7000	3000	1000
x	5250	2000	625



Graf č. 10 Počet otáček – měření oděru

Martindale – Zjišťování sklonu plošných textilií ke žmolkování

Zjišťování sklonu plošných textilií ke žmolkování na přístroji Martindale je prováděno podle normy ČSN EN ISO 12945-2 a bylo vyloženo v kapitole 4.4. Tato metoda je destruktivní. Měření bylo prováděno pomocí dvou stejných materiálů, které se o sebe vzájemně odíraly lícem o líc. Bylo použito 3 sad vzorků od každé barvy. Zjišťování sklonu ke žmolkování bylo možné provést pouze na materiálech typu 3, protože tento test probíhal jako poslední a jediné dostatečné množství zkušebního materiálu bylo u materiálu red a black (materiály typu 3), určené pro zimní bundy. Po dosažení stanovených 7 000 otáček nebyly zaznamenány žádné povrchové změny u všech vzorků materiálu bez ohledu na jeho barevnost. Proto je možné stanovit hodnocení pomocí normovaných etalonů 5, což je nejlepší možné hodnocení, kdy je textilie značně odolná proti žmolkování.

Tabulka č. 20 Hodnocení pomocí normovaných etalonů

materiál	materiály typu 3					
	black			red		
vzorky	1. vzorek	2. vzorek	3. vzorek	1. vzorek	2. vzorek	3. vzorek
hodnocení podle normovaných etalonů	5	5	5	5	5	5

6. Diskuze výsledků

Obecně je možné usuzovat, že barevnost nemá vliv na jednotlivé druhy materiálů. Většina měření vykazovala vždy podobné výsledky u jednoho druhu materiálu. Vyskytly se ale také určité výkyvy v měření např. u propustnosti vodních par, kde u materiálů typu 1 byla propustnost velmi dobrá vyjma materiálu barvy light grey, kdy naměřené hodnoty byly neuspokojivé. Tento výkyv hodnot je ale ojedinělý. Další zaznamenaný výkyv byl nalezen u měření na přístroji Martindale, kdy opět u materiálů typu 1 byly u materiálu red výrazně horší výsledky. Při tomto měření téměř všechny měřené textilie dosahovaly vynikajících výsledků v odolnosti v oděru až 50 000 otáček. Pouze u jednoho vzorku materiálu red bylo dosaženo 12 000 otáček. V neposlední řadě je nutné ještě zmínit rozdílné hodnoty při měření hydrostatické odolnosti u materiálů typu 3, kdy textilie black a red měly více rozdílné hodnoty, black 16,7 m.H₂O a red 11,3 m.H₂O. Tento výraznější rozdíl, je možné vysvětlit díky nestandardnímu průběhu testování, kdy některá měření bylo nutné ukončit dříve, díky výrazné odolnosti materiálů v tahu, protože na povrch někdy ani nepronikly požadované tři kapky, naopak se pravidelně tvořily pod upevněnou látkou vzduchové bubliny anebo pronikala voda přes těsnění na vnější stranu textilie. Naměřené hodnoty u vnitřních materiálů byly rozdílné, protože všechny tři textilie měly rozdílné charakteristiky.

Pro lepší přehled v naměřených hodnotách a vhodnosti použití textilií pro zimní outdoorové aktivity, byla vytvořena tabulka, kde jednotlivým materiálům je přiřazena číslovka 1 – 4, podle zjištěných hodnot při testování a také na základě pozorování u jednotlivých měření.

Tabulka č. 21 Přiřazení hodnot 1 – 4 podle jejich funkčnosti

hodnocení materiálů	
1	velmi dobrá (vhodné pro extrémní klimatické podmínky)
2	dobrá (vhodné pro nepříznivé klimatické podmínky)
3	uspokojivá (pro nenáročnou turistiku v nepříznivých klimatických podmínkách, lehce zhoršené komfortní vlastnosti materiálu)
4	neuspokojivá (nevhodné pro delší pobyt v nepříznivých klimatických podmínkách, zhoršené požadované komfortní vlastnosti materiálů)

Tabulka č. 22 Hodnocení jednotlivých parametrů

druh materiálu	materiály typu 1			materiály typu 2				materiály typu 3		vnitřní materiály		
barva materiálu	dark grey	light grey	red	black	pink	blue	white	black	red	black	black soft	grey
propustnost vodních par	1	4	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1
měrná tepelná vodivost $\lambda \cdot 10^{-3} [\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$	1	1	1	3	3	3	2	1	2	2	1	3
plošný odpor vedení tepla $r \cdot 10^{-3} [\text{K.m}^2.\text{W}^{-1}]$	3	4	4	3	2	2	2	4	3	1	2	1
prodyšnost $[\text{l/m}^2/\text{s}]$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	1
hydrostatická odolnost $[\text{m.H}_2\text{O}]$	4	4	4	3	2	3	3	2	3	X	X	X
odolnosti textilií v oděru	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	3	4
odolnost textilie vůči žmolkování	X	X	X	X	X	X	X	1	1	X	X	X

Z tabulky je opět patrné, že u některých měření jsou výsledky u stejného druhu materiálu zcela totožné. Tabulka samozřejmě není kompletní, neboť pro měření odolnosti vůči žmolkování nebylo dostatek materiálu a u měření hydrostatické odolnosti nebylo potřeba testování provádět na vnitřních textiliích. Je možné ale konstatovat, že prodyšnost a odolnost textilií v oděru byla u všech vnějších materiálů velmi dobrá a dále propustnost vodních par byla až na jednu výjimku dobrá až velmi dobrá. Vnitřní materiály dosahovaly požadovaných výsledků, kdy materiál grey (membrána) používaný pro odvětrávání měl nejvyšší prodyšnost 5 074 $[\text{l/m}^2/\text{s}]$ a všechny vnitřní materiály měly velmi dobrou propustnost vodních par a i dobrý plošný odpor vedení tepla. Odolnost textilií v oděru byla již horší, kdy nejhorší výsledky měl materiál grey, pouze u jednoho vzorku bylo zjištěno 1000 otáček. Následující tabulka ukazuje průměrné hodnoty ze všech barev u jednoho materiálu vždy pro každý parametr.

Tabulka č. 23 Hodnocení jednotlivých parametrů u vnějších materiálů

druh materiálu	materiály typu 1	materiály typu 2	materiály typu 3
propustnost vodních par	2	1,8	1
měrná tepelná vodivost $\lambda \cdot 10^{-3} [\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$	1	2,8	1,5
plošný odpor vedení tepla $r \cdot 10^{-3} [\text{K.m}^2.\text{W}^{-1}]$	3,7	2,3	3,5
prodyšnost $[\text{l/m}^2/\text{s}]$	1	1	1
hydrostatická odolnost $[\text{m.H}_2\text{O}]$	4	2,8	2,5
odolnosti textilií v oděru	1,3	1	1
odolnost textilie vůči žmolkování	X	X	1
průměr	2,2	2,0	1,6

Hydrostatická odolnost byla velmi dobrá pouze u materiálu typu 3 (až 18,7 m.H₂O), což zcela potvrzuje jejich využití pro lyžařské bundy, kdy materiál musí odolat větší zátěži. Jeho hodnota ale nedosáhla 20 m.H₂O, kdy je materiál vhodný do extrémnějších podmínek, např. pád lyžaře do mokrého sněhu. Je nutné ale opět zmínit, že test neprobíhal standardně a je velmi pravděpodobné, že by tyto materiály mohly dosáhnout i hodnoty 20 m.H₂O. Měrná tepelná vodivost není pro bundy pro chladné podnebí příliš žádoucí, a tudíž nejhůře na tom jsou materiály typu 2 a nejlépe materiály typu 1. Je ale rovněž nutné upozornit na velmi nízkou tloušťku všech vnějších materiálů, která byla vždy pod 0,5 mm, kdy přístroj pod tuto hranici hlásí časté chyby, což mohlo vést i k nepřiliš přesným výsledkům. Na základě všech měření je ale jasné, že materiály typu 3 měly lepší výsledky než materiály typu 1 a 2 určené hlavně pro výrobu softshellových materiálů, což potvrzuje i teorii, že softshellové bundy nejsou vhodné pro extrémní podmínky. Pokud bychom ale porovnávaly materiály typu 1 a materiály typu 2, o něco lepší hodnocení by měl materiál typu 2.

7. Návrh zimní bundy

Při výběru vhodného materiálu na zimní bundu, musíme nejdříve upřesnit, na kterou aktivitu bude bunda zkonstruována. Zda-li se bude jednat o bundu do extrémních podmínek např. na vysokohorské expedice nebo na extrémní sporty, např. sjezdy mimo sjezdovku anebo na klasické sjezdy, kdy ale musíme opět rozlišovat typ sportu. Jestli se bude jednat o snowboardovou bundu nebo lyžařskou. V neposlední řadě může být bunda zkonstruována pro účely turistické, kde není potřeba, aby bunda dosahovala vynikajících výsledků v hydrostatické odolnosti, odolnosti v oděru anebo v prodyšnosti vodních par.

7.1 Konstrukce zimní bundy

Vzhledem k výsledkům v testech materiálů je možné se soustředit na navrhnutí bundy pro zimní outdoorové sporty, jako je lyžování, běžkování, pěší turistika atd. Všechny materiály měly víceméně dobré výsledky vhodné pro běžného uživatele, vyjma materiálů typu 1, který díky horší hydrostatické odolnosti ($1,15 \text{ mH}_2\text{O}$) by byl vhodnější na pěší turistiku nebo na běžkování. Pro konstrukci bundy zde zvolíme materiály typu 3, které jsou vhodné i do extrémních podmínek a zcela určitě jsou vhodné pro sjezdové sporty, díky lepší hydrostatické odolnosti (nad $16 \text{ mH}_2\text{O}$), lehkosti ($175 - 180 \text{ g/m}^2$), odolnosti v oděru až 50 000 otáček (martindale) a nejlepší propustnosti vodních par ($\text{Ret } 3,59 \text{ Pa.m}^2/\text{W}$). Tento druh materiálu by bylo možné použít jak na sjezdové lyžování, tak na snowboarding. V této práci bude zkonstruována červená dámská zimní bunda na sjezdové lyžování, z materiálu red (typ 3). V příloze č. 4 je pro ukázkou vyfocena dámská lyžařská bunda firmy Husky z materiálu typu 2, který je jistě na sjezdové lyžování dostačující, nicméně hodnoty hydrostatické odolnosti (vodního sloupce) má $11 \text{ mH}_2\text{O}$ což je méně než u materiálu red a black typu 3 a rovněž i propustnost vodních par má horší ($\text{Ret } 5,77 \text{ Pa.m}^2/\text{W}$).

Zvolený materiál typ 3 je tvořen membránou a svrchní tkaninou v plátňové vazbě s voděodpudivou úpravou. Protože membrána není chráněna žádným oděruvzdolným filmem, je nutné přidat podšívku a to buď laminací anebo všítim volné podšívky. Bunda je určena pro sjezdové lyžování i do extrémních podmínek, proto je vhodnější pro lepší tepelnou izolaci volná podšívka tzv. dvouvrstvá laminace, kdy je membrána nalaminována na vrchní materiál. Rovněž je dobré zvolit podšívkový materiál s dobrou propustností vodních par, vysokou odolností v oděru a vysokým plošným odporem vedení tepla. V níže uvedené tabulce, která je se všemi údaji zobrazena v kapitole 5.3, jsou uvedeny výsledky propustnosti vodních par pro materiál red a black v kombinaci se třemi druhy vnitřních materiálů. Kdy dobrých výsledků

dosahují materiály typu 3 vždy v kombinaci s vnitřními materiály black a grey, které mají ale nižší tloušťku a také horší plošný odpor vedení tepla. Materiál grey je membrána, která se používá v místech určených pro odvětrávání. Tento materiál má velmi dobrou prodyšnost, výparný odpor a je lehký, proto v návrhu bude použit v místech určených pro odvětrávání.

Materiál black má sice horší propustnost vodních par než materiál black soft, ale hodnoty propustnosti spadají stále do kategorie velmi dobrá (nad 20 000 g/m² za 24 hod) i když ve spojení s materiály black a red je hodnota výparného odporu Ret pouze cca 18 Pa.m².W⁻¹, což je v rozmezí 5 000 - 9 000 g/m² za 24 hod. Propustnost vodních par se tudíž výrazně zhorší, k čemuž by při spojení materiálů nemělo docházet. U materiálu black soft nedochází při spojení s podšívkou k rapidnímu zhoršení propustnosti vodních par, výparný odpor je cca 12 Pa.m².W⁻¹ což spadá do rozmezí 9 000 - 20 000 g/m² za 24 hod. U samotného materiálu black soft je výparný odpor velmi dobrý 1,88 Pa.m².W⁻¹, dokonce lepší než u materiálu black. Plošný odpor vedení tepla je výrazně vyšší u materiálu black, kdy i odolnost v oděru je lepší. Vzhledem k tomu, že bunda bude využívána ke sportu a paropropustnost je zde zásadní, bude lepší za podšívkový materiál vybrat textilií black soft. Při spojení materiálu black a black soft s materiálem red je ale měrná tepelná vodivost i plošný odpor vedení tepla stejný, což ukazuje, že materiál black soft a black dosahují ve spojení s vrchovým materiálem stejných hodnot.

Tabulka č. 24
Propustnost vodních par

Propustnost vodních par materiálů vrstvených	
black & black	uspokojivá
black & black soft	dobrá
black & grey	dobrá
red & black	uspokojivá
red & black soft	dobrá
red & grey	dobrá

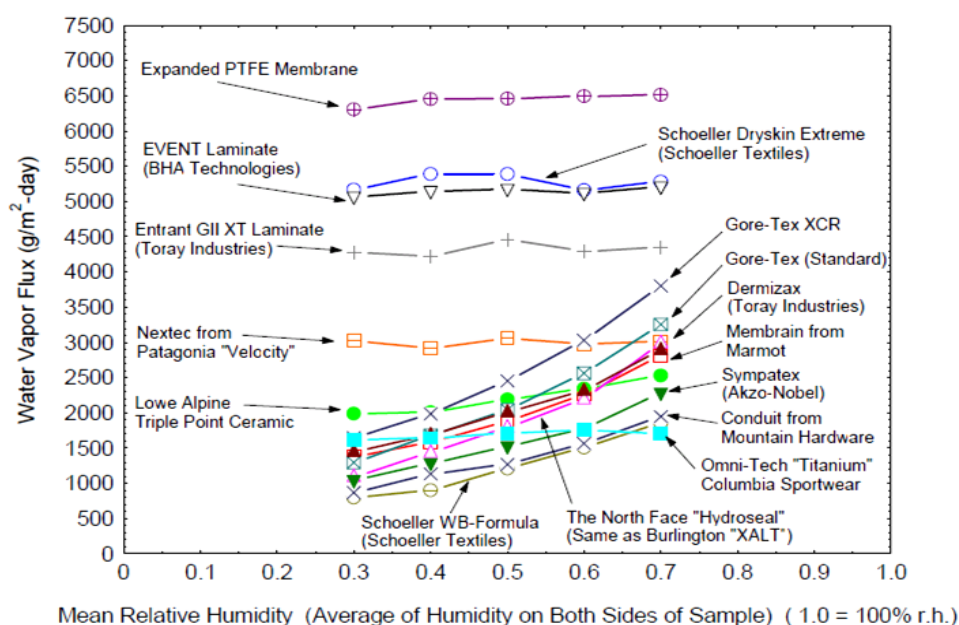
Tabulka č. 25 Měrná tepelná vodivost
 $\lambda \cdot 10^{-3} [W.m^{-1}.K^{-1}]$

druh materiálu	vnitřní materiály		
	black	black soft	grey
počet otáček x (Martindale)	5250	2000	625
Ret výparný odpor [Pa.m ² .W ⁻¹]	3,58	1,88	1,31
h [mm]	0,99	0,56	0,54
plošná hmotnost [g/m ²]	255	225	100
plošný odpor vedení tepla r. $10^{-3} [K.m^2.W^{-1}]$	22,40	8,20	13,80
prodyšnost [l/m ² /s]	901,85	1346,5	5073,5
měrná tepelná vodivost $\lambda \cdot 10^{-3} [W.m^{-1}.K^{-1}]$	44,00	68,60	38,90

Tabulka č. 26 Měrná tepelná vodivost $\lambda \cdot 10^3 [\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$ a plošný odpor vedení tepla $r \cdot 10^{-3} [\text{K} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}]$ vrstveného materiálu typu 3

vrstvené materiály	měrná tepelná vodivost $\lambda \cdot 10^{-3} [\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$	variační koeficient $v [\%]$	plošný odpor vedení tepla $r \cdot 10^{-3} [\text{K} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}]$	variační koeficient $v [\%]$	počet měření $n [1]$
red & grey	46,4	1,3	17,9	1,2	10
red & black	47,7	0,7	27,0	2,1	10
red & black soft	47,7	0,7	27,0	2,1	10

Informace ohledně druhu membrány pro materiál red nebyla dostupná, nicméně opět je zde možné polemizovat o vhodnosti mikroporézní hydrofobní membrány a neporézní hydrofilní membrány pro zimní sporty. V dnešní době jsou mikroporézní membrány potaženy tenkým ochranným filmem z PU, který zabraňuje jejich znečištění a tím i ztrátě jejich funkčních vlastností, tudíž jejich účinnost během užívání neklesá. Důležitá u obou membrán je vlhkost u pokožky oproti vnějšímu prostředí tzn. hodnota gradientu relativní vlhkosti pokožky a okolí. Na níže uvedeném grafu jsou znázorněny membránové materiály a jejich propustnost vodních par v závislosti na relativní vlhkosti. Kvalitnější materiály dokážou lépe odolávat změnám relativní vlhkosti.

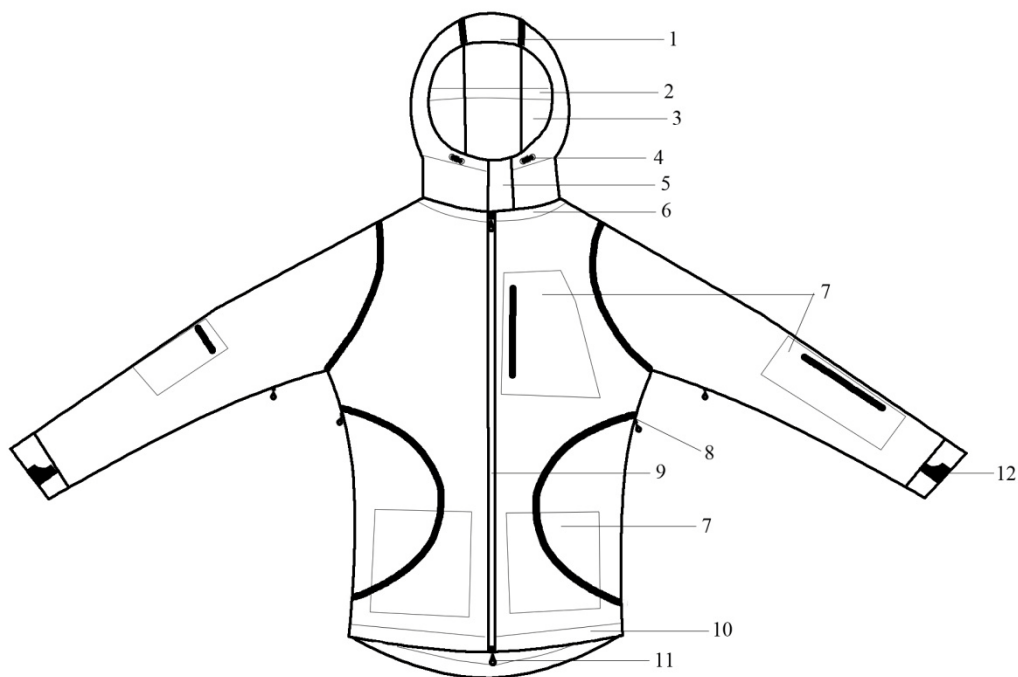


Graf č. 11 propustnost vodních par $[\text{g}/\text{m}^2 \text{ za } 24\text{h}]$ – Water Vapor Flux $(\text{g}/\text{m}^2\text{-day})$ [40]

U některých neporézních hydrofilních membrán může dojít k nahromadění vlhkosti uvnitř struktury membrány a k následné ztrátě paropropustnosti, což u mikroporézních hydrofobních membrán nehrozí, nicméně u některých výrobců může být PU film poškozen praním a dojde k zanesení pórů a k ztrátě funkčnosti membrány. Další vlastností hydrofobní membrány je

rychlejší odvádění vlhkosti do okolí, než je tomu u hydrofilních membrán, což při vyšší fyzické zátěži je vysoce důležité. Pro návrh bundy by bylo tudíž vhodné zvolit mikroporézní hydrofobní membránu s kvalitním povrstvením, filmem PU [40, 20].

Návrh kvalitní zimní lyžařské bundy, jak již bylo částečně zmíněno dříve, by měl obsahovat:

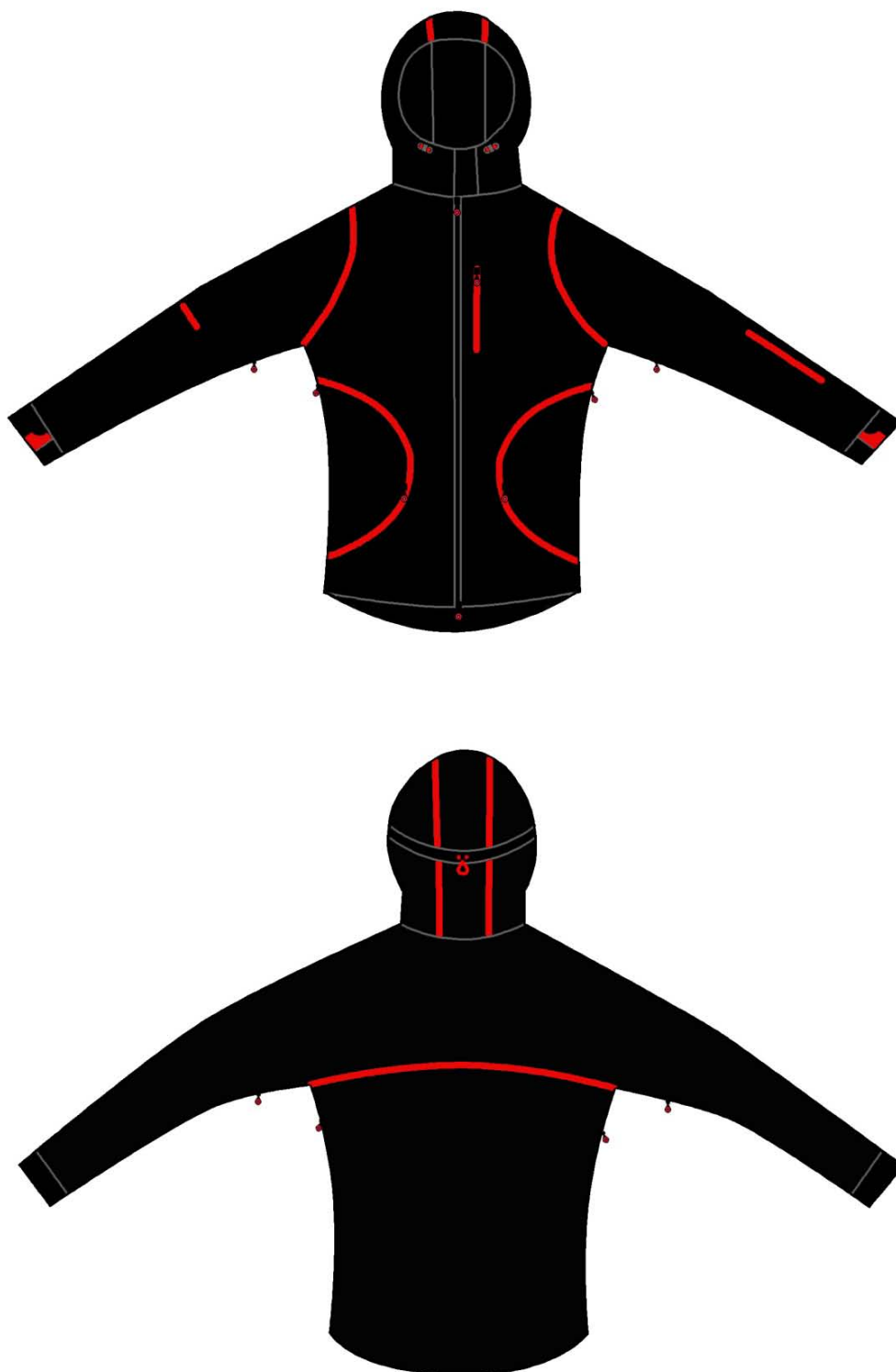


Obr. č. 39 Konstrukce nového návrhu zimní bundy (vlastní návrh)

1. anatomicky tvarovanou kapuci se zpevněným kšiltem, která nebude při pohybu omezovat výhled
2. nastavitelné stahování kapuce
3. kvalitní podšívkou
4. nastavitelné stahování na okraji kapuce
5. zvýšený anatomicky tvarovaný límec, zateplený a s krytím zipu v oblasti brady
6. nastavitelné stahování límce
7. dobře přístupné vnější i vnitřní kapsy na mobil, cennosti, rukavice, doklady atd.
8. odvětrání v podpaží
9. obousměrný hlavní zip
10. nastavitelné stahování na dolním okraji bundy
11. prodloužený zadní díl
12. tvarované rukávy s vnitřním elastickou manžetou na palec a s nastavitelným zakončením rukávu

13. odnímatelný sněhový pás zabraňující průniku sněhu
14. kvalitně anatomicky zpracovaný střih
15. vnější uchycení na skipas
16. zesílenou textilií v oblasti loktů a ramen
17. podlepené švy
18. všechny zipy nepromokavé (např. firmy YKK)
19. větruodolnost
20. lehkost
21. dobrou až velmi dobrou propustnost vodních par od 9 000 přes 20 000 g/m² za 24 hod
22. voděodolnost s minimem 12 m.H₂O, lépe 20 m.H₂O nebo vyšší
23. odolnost proti oděru a žmolkovatosti
24. velmi dobrý plošný odpor vedení tepla

7.2 Design zimní bundy



Obr. č. 40 Design zimní bundy (vlastní návrh)

Závěr

V úvodu práce bylo poukázáno na často nedostatečné označení parametrů výrobku, kdy nebývá mnohdy uvedena norma, podle které testování proběhlo, pokud vůbec nějaké proběhlo. V práci jsou podrobně popsány současné metody testování funkčních materiálů. Jednalo se o testy na přístrojích Martindale (norma: ČSN EN ISO 12945-2), ALAMBETA (interní norma č. 23-303-01/01: Zjišťování stupně vlhkostní jímavosti textilií), FX 3300 (norma: ČSN EN ISO9237 (800817) Textilie – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií), Permetest (norma: ISO 11092) a měření hydrostatické odolnosti podle normy ČSN EN 20811 (800818) Textilie – Stanovení odolnosti proti pronikání vody, zkouška tlakem vody. Bylo zjištěno, že může dojít k určitému zkreslení výsledků, díky jistým vlastnostem textilie. Konkrétně se jednalo o nízkou tloušťku u všech vnějších materiálů s membránou při testech na přístroji ALAMBETA, tloušťka materiálů se pohybovala pod 0,5 mm, kdy při této skutečnosti dochází k méně přesnému měření. Dále vznikla nestandardní situace u materiálů typu 3, které měly extrémní odolnost v tahu, tudíž měření hydrostatické odolnosti rovněž neprobíhalo standardně a často nedocházelo k prostupu tří kapek. Na základě nastudovaných materiálů bylo zjištěno, že nejčastěji jsou u výrobků uvedeny hodnoty tzv. vodního sloupce neboli také hydrostatické odolnosti, dále pak hodnoty prostupnosti vodních par a v neposlední řadě prodyšnost neboli také větruodolnost. Druhy materiálů použité při laminaci nebývají mnohdy podrobněji popsány a často zcela chybí, o který typ membrány se jedná.

Měření probíhalo u nedestruktivního testování na větších vzorcích materiálů, z kterých poté byly připraveny vzorky pro destruktivní testování. Všechny vnější materiály byly vyráběny laminací svrchního materiálu s vodoodpudivou úpravou a membrány, kdy se u jednotlivých typů membrána různila. Dále pak bylo provedeno testování na vnitřních materiálech, které firma Husky obecně používá k vypodšívkování svých produktů a byla navržena nejvhodnější kombinace těchto materiálů s vrchovými textiliemi. Návrh zimní bundy byl zpracován s ohledem na technické a komfortní vlastnosti a poté byl doplněn i o designovou podobu v programu CorelDRAW X6, konkrétně se jednalo o dámskou sportovní zimní bundu pro outdoorové sporty, kdy na základě testů byla pro tento účel vyhodnocena jako nejvhodnější textilie typ materiálu 3, který měl nejlepší mechanické i komfortní vlastnosti.

Při testech bylo rovněž prokázáno, že podle očekávání materiály typu 1 a 2 určené pro výrobu softshellových bund měly horší vlastnosti než materiály typu 3, které byly vyrobeny

pro zimní bundy. Dále bylo zjištěno, že barevnost jednotlivých materiálů nemá zásadní vliv na druh materiálu, neboť vždy stejné typy textilií měly podobné hodnoty parametrů. Rovněž je nutné uvést vliv struktury membrány na funkčnost materiálu, což se ukázalo jako zásadní nevýhoda u materiálů typu 2, kdy docházelo u testování hydrostatické odolnosti k pravidelnému roztržení membrány i vrchového materiálu při hodnotě cca 11 mH₂O, zatímco u materiálů typu 3 dosahovaly hodnoty nad 11 mH₂O bez porušení textilie.

V neposlední řadě je nutné vždy sledovat určité parametry, jako je paropropustnost, odpor vedení tepla, tepelná vodivost a prodyšnost při spojování jednotlivých druhů materiálů v jeden výrobek, neboť vždy dojde ke změně těchto parametrů. Tato změna by neměla být výrazná, pokud se nejedná o záměrné vylepšení určitých vlastností výrobku. Zejména u zimních sportovních oděvů by nemělo dojít k výraznému zhoršení paropropustnosti ani k horšímu odporu vedení tepla anebo ke zvýšení tepelné vodivosti. Při kombinaci měřených materiálů bylo prokázáno, že vždy dojde u vrstvení ke změnám určitých parametrů a vždy je nutné zvolit správný postup vrstvení k docílení požadovaných vlastností. V této práci byla na základě testů zvolena lehčí a paropropustnější forma produktu, který bude spíše používán pro sportovní účely a kdy je příhodnější volit jako další tepelnou izolaci speciální funkční prádlo, které rychle odvádí vlhkost od pokožky, a prostřední izolační vrstvu tvořenou např. fleecovou bundou.

Seznam použité literatury

- [1] Hes, Luboš; Sluka, Petr. Úvod do komfortu textilií. Skripta. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0
- [2] Růžicková, Dagmar. Oděvní materiály. Skripta. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003. 221 s. ISBN 80-7083-682-2
- [3] ČSN 80 0855 (800855): Zjišťování relativní propustnosti vodních par plošnou textilií. Praha: Československá státní norma, 1976.
- [4] Products [online]. 2013 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.torayentrant.com/index.html>.
- [5] Kuneš, J., Veselý, Z., Honner, M. Tepelné bariéry. Praha, 2003, ISBN 80-200-1218-4
- [6] Malý průvodce světem outdooru 2012 [online]. 2012 [cit. 2013-01-09]. Dostupné z: <http://www.svetoutdooru.cz>
- [7] P. Macháček, J. Hotmar. Fenomén softshell [online]. 31.10.2003 [cit. 2013-01-20]. Dostupné z: <http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107178-fenomen-softshell>
- [8] To základní o oblečení [online]. 2.5.2008 [cit. 2013-01-20]. Dostupné z: <http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107052-to-zakladni-o-obleceni>
- [9] Interní norma č. 23-303-01/01: Zjišťování stupně vlhkostní jímavosti textilií. Liberec: Výzkumné centrum Textil.
- [10] Kovačič, Vladimír. Kapitoly z textilního zkušebnictví. 1. vydání. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004. ISBN 80-7083-823-X.
- [11] ČSN EN ISO 12945-2: Textilie - Zjišťování sklonu plošných textilií k rozvláknění povrchu a ke žmolkování – Část 2: Modifikovaná metoda Martindale. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [12] ČSN EN ISO 12947- (2 - 4): Textilie - Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale – Část 2: Zjišťování poškození vzorku. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [13] ČSN EN ISO 31092 (80 0819): Textilie - zjišťování fyziologických vlastností - měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek. Praha: Český normalizační institut, 1996. 16 s.
- [14] Informace o firmě [online]. 2012 [cit. 2012-12-06]. Dostupné z: <http://www.huskycz.cz/informace-o-firme.html>

- [15] Informace o firmě [online]. 2012 [cit. 2012-12-06]. Dostupné z: <http://www.huskycz.cz/>
- [16] Mattila, H. R. Intelligent textiles and clothing. Vyd. 1. Bolton, UK: CRC Press, Woodhead, 2006. ISBN 13:978-1-84569-005-2.
- [17] Sergej, Hloch. et al. Struktura, vlastnosti, diagnostika a technologie textilií. Vyd. 1. Prešov: 2006. 277 s. ISBN 80-8073-668-5
- [18] Gore-Tex [online]. [cit. 2013-01-06]. Dostupné z: http://www.redorbit.com/education/reference_library/technology_1/inventions/2583762/goretex/
- [19] Vysocefunkční textilie [online]. 8.4.2009 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z http://www.ft.tul.cz/depart/kde/studium/predmetyPRILOHY/6_sport0.pdf
- [20] Brezinski, et al. Structure and properties of microporous polyurethane membranes designed for textil-polymeric composite systems. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2005, 13, s. 53-58.
- [21] Horrocks, A. Richard; Anand, Subhash. Handbook of technical textiles. Bolton, UK: CRC Press, Woodhead, 2000. 576 s. ISBN 1 85573 385 4.
- [22] Rainwear: How It Works [online]. 2013 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.rei.com/learn/expert-advice/rainwear-how-it-works.html#top>
- [23] MOISTURE-TECH BY SYMPATEX® [online]. 9.5.2012 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.sympatex.com/en/technologies/219/moisture-tech>
- [24] SYMPATEX® [online]. 2013 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z <http://www.sympatex.com>
- [25] Stanislav, Trojan. Lékařská fyziologie. Praha: Grada Publishing a.s., 2003. ISBN 80-247-0512-5
- [26] Q-Wick™ and 4DG™ Fibers [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: http://www.fitfibers.com/4DG_Fibers.htm
- [27] Více o funkčním prádle značky GINA [online]. 2013 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.pontus.byznysweb.cz/spodni-pradlo-gina/funkcni-pradlo-gina-gino/>
- [28] Dr. Behnam Pourdeyhimi. Nonwovens / Technical Textiles [online]. May/June 2011 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: http://www.textileworld.com/Articles/2011/May/May_June_issue/Durable_Nonwovens.html
- [29] Applications of ePTFE [online]. 2013 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: http://www.gore.com/en_xx/technology/applications.html?isAjax=true

- [30] Windstopper [online]. 2013 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.windstopper.com>
- [31] All about sports fabrics [online]. 2013 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.torayentrant.com/>
- [32] Toyota Tsusho Develops and Begins Sale of “GELANOTS ECO“ Environmentally-Friendly Functional Fabrics [online]. 19.7.2007 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: http://www.toyota-tsusho.com/english/press_past/2007/20070719_1.html
- [33] Pertex [online]. 2013 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://pertex.com/>
- [34] Polartec [online]. 2013 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://polartec.com/>
- [35] Torey [online]. 2013 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.toray.com/index.html>
- [36] Sanjay S. Chaudhari, Rupali S. Chitnis and Dr. Rekha Ramkrishnan. Waterproof Breathable Active Sports Wear Fabrics [online]. 20.11.2007 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://sasmira.org/sportwear.pdf>
- [37] S1 měří i membrány. Foto Jiří Červinka [online]. 18.2.2009 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.hedvabnastezka.cz/s1-meri-i-membrany/>
- [38] Textilní zkušebnictví část V [online]. 24.11.2012 [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/files/20120424/zkt6_11.pdf
- [39] Lyžařská bunda WISTA – modrá [online]. 2012 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z: <http://www.huskycz.cz/lyzarska-bunda-wista-modra-d2720.html>
- [40] Gibson, W. Phillip Ph.D., Schreuder-Gibson, Heidi L. Ph.D. Influence of Hydration State on Permeation Testing and Vapor Transport Properties of Protective Clothing Layers [online]. 21.1.2010 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z: <http://www.jeffjournal.org/>
- [41] Lyžařská bunda WEBER – červená [online]. 2012 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z: <http://www.huskycz.cz/panska-lyzarska-bunda-weber-cervena-d2711.html>
- [42] ČSN EN 20811 (80 0818): Textilie – Stanovení odolnosti proti pronikání vody – zkouška tlakem vody. Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [43] ČSN EN ISO 9237: Textilie – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií. Praha: Český normalizační institut, 1996.

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Zjišťování sklonu plošných textilií ke žmolkování a odolnosti plošných textilií v oděru

Příloha č. 3 – Mikroskopické snímky hodnocených vzorků materiálů

Příloha č. 3 - Otázky na historii firmy Husky

Příloha č. 4 – Ukázka dvou bund z testovaných materiálů firmy Husky

Příloha č. 1

Zjišťování sklonu plošných textilií ke žmolkování a odolnosti plošných textilií v oděru

druh materiálu	materiály typu 1			materiály typu 3	
počet otáček	dark grey	light grey	red	black	red
3000	Lehké rozvláknění	Lehké rozvláknění	Vzorek č. 1 sundán, přetržen 1 vazný bod, silné rozvláknění hlavně na okraji vzorku.	Rozvláknění téměř žádné	Rozvláknění téměř žádné
5000	Značné rozvláknění po celém povrchu	Značné rozvláknění po celém povrchu	Značné rozvláknění po celém povrchu	Rozvláknění téměř žádné	Rozvláknění téměř žádné
6000	Vzorek č. 1 sundán, přetržen 1 vazný bod. Značné rozvláknění po celém povrchu.	Značné rozvláknění po celém povrchu	Sundán vzorek č. 2, přetrhnutí vazného bodu na okrajích vzorku. Výrazné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění téměř žádné	Rozvláknění téměř žádné
7000	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Vzorek č. 1 sundán, přetrženy vazné body na okraji vzorku. Značné rozvláknění po celém povrchu.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.
8000	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.
9000	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.
10000	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.
12000	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Sundány vzorky č. 3 a 4, silné rozvláknění, přerušeno více vazných bodů na okrajích vzorků. MĚŘENÍ UKONČENO.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku, barva na okrajích vzorku obroušena.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku, barva na okrajích vzorku obroušena.

15000	Sundán vzorek č. 2, přetržení 1 vazného bodu.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.		Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku, barva na okrajích vzorku obroušena.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku, barva na okrajích vzorku obroušena.
20000	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku - rozvláknění stále stejné. Pro ukázkou sundán vzorek č. 3.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku - rozvláknění stále stejné. Pro ukázkou sundán vzorek č. 2.		Sundán vzorek č. 1, přetržení vazného bodu na okraji vzorku a obroušení až na membránu. Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku, barva na okrajích vzorku obroušena.	Sundán vzorek č. 1, přetržení vazného bodu na okraji vzorku. Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku, barva na okrajích vzorku obroušena.
40000	Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku. Barva na okrajích vzorku obroušena.	Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku. Barva na okrajích vzorku obroušena.		Sundány vzorky č. 2, 3 a 4, přetržení vazných bodů na okraji vzorků a obroušení až na membránu. Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku, barva na okraji vzorku obroušena. MĚŘENÍ UKONČENO.	Sundán vzorek č. 2, přetržení vazného bodu na okraji vzorku a obroušení až na membránu. Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku, barva na okrajích vzorku obroušena.
50000	Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku. Barva na okrajích vzorku obroušena. Sundán neporušený vzorek č. 4.	Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku. Barva na okrajích vzorku obroušena. Sundány neporušené vzorky č. 3 a 4.			Sundány vzorky č. 3 a 4, přetržení vazných bodů na okraji vzorků a obroušení až na membránu. Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku, barva na okraji vzorku obroušena.

druh materiálu	materiály typu 2			
počet otáček	black	pink	blue	white
3000	Rozvláknění téměř žádné	Rozvláknění téměř žádné	Rozvláknění téměř žádné	Rozvláknění téměř žádné
5000	Rozvláknění téměř žádné	Vzorek č. 1 sundán, přetržen 1 vazný bod na okraji vzorku. Rozvláknění téměř žádné.	Vzorek č. 1 sundán, přetržen 1 vazný bod na okraji vzorku, rozvláknění minimální a pouze na okraji vzorku	Rozvláknění téměř žádné

6000	Rozvláknění téměř žádné, jen na okrajích vzorku větší.	Rozvláknění téměř žádné, jen na okrajích vzorku větší.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění téměř žádné, jen na okrajích vzorku větší.
7000	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.
8000	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.
9000	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.
10000	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.	Značné rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku.
12000	Silné rozvláknění	Silné rozvláknění	Silné rozvláknění	Silné rozvláknění
15000	Silné rozvláknění	Silné rozvláknění	Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku. Pro ukázkou a porovnání sundán vzorek č. 2.	Silné rozvláknění
20000	Sundán vzorek č. 1, přetržení vazného bodu na okraji vzorku. Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku.	Rozvláknění po celém povrchu a hlavně na okrajích vzorku - rozvláknění stále stejné. Pro ukázkou sundán vzorek č. 2.	Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku	Sundán vzorek č. 1, přetržení vazného bodu na okraji vzorku. Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku.
40000	Sundán vzorek č. 2, přetržení vazného bodu na okraji vzorku. Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku.	Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku.	Sundán vzorek č. 3, přetržení vazného bodu na okraji vzorku, barva na okrajích vzorku obroušena.	Sundán vzorek č. 2, přetržení vazného bodu na okraji vzorku. Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku.
50000	Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku. Barva na okrajích vzorku nebyla obroušena. Sundány neporušené vzorky č. 3 a 4.	Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku. Barva na okrajích vzorku nebyla obroušena. Sundány neporušené vzorky č. 3 a 4.	Sundán vzorek č. 4 nepřetržen vazný bod. Rozvláknění a obroušení barvy hlavně na okrajích vzorku.	Silné rozvláknění po celém povrchu, nejvíce ale na okraji vzorku. Barva na okrajích vzorku byla lehce obroušena. Sundány neporušené vzorky č. 3 a 4.

druh materiálu	vnitřní materiály		
počet otáček	black	black soft	grey
500	Lehké rozvláknění	Značné rozvláknění po celém povrchu a silná žmolkovitost.	Vzorky č. 1, 2 a 3 sundány, přetrženo více vazných bodů na okraji vzorků.
1000	Značné rozvláknění po celém povrchu a silná žmolkovitost.	Vzorek č. 1 sundán, přetrženo více vazných bodů. Silné rozvláknění po celém povrchu.	Vzorek č. 4 sundán, přetržen 1 vazný bod. MĚŘENÍ UKONČENO.
2000	Značné rozvláknění po celém povrchu	Vzorky č. 2 a 3 sundány, přetrženo více vazných bodů. Silné rozvláknění po celém povrchu.	
3000	Vzorek č. 1 sundán, přetržen 1 vazný bod. Značné rozvláknění po celém povrchu a silná žmolkovitost.	Vzorek č. 4 sundán, přetrženo více vazných bodů. Silné rozvláknění po celém povrchu. MĚŘENÍ UKONČENO.	
5000	Vzorek č. 2 sundán, přetrženo více vazných bodů. Silné rozvláknění po celém povrchu, silná žmolkovitost a na okrajích vzorku silně obroušena barva.		
6000	Vzorek č. 3 sundán, přetržen 1 vazný bod. Silné rozvláknění po celém povrchu, silná žmolkovitost a na okrajích vzorku lehce obroušena barva.		
7000	Vzorek č. 4 sundán, přetržen 1 vazný bod. Silné rozvláknění po celém povrchu, silná žmolkovitost a na okrajích vzorku lehce obroušena barva. MĚŘENÍ UKONČENO.		

Příloha č. 2

Pojmenování materiálů – mikroskopické snímky a snímky v reálné velikosti

Materiály typu 1

dark grey



light grey



red



Materiály typu 3

red



black

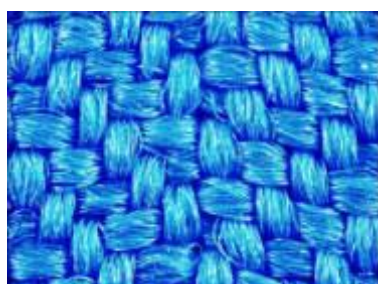


Materiály typu 2

black



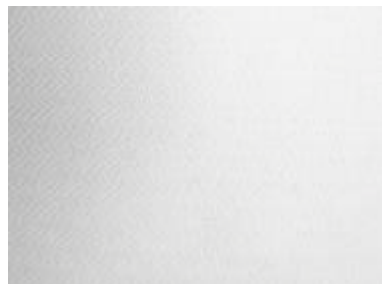
blue



pink



white

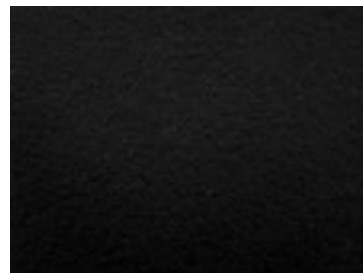


Vnitřní materiály

black líc



black rub



black soft líc



black soft rub



grey líc



grey rub



Příloha č. 3

Otázky na historii firmy Husky

1) Od kdy Vaše společnost působí v zahraničí?

Naše společnost působí intenzivně v zahraničí cca od roku 2003. Postupně jsme poté otevřeli pobočky na Slovensku a ve Francii.

2) Ve kterých zemích nyní působíte a kde v zahraničí jste poprvé zahájili prodej?

Nyní působíme ve velké části evropských zemí (Slovensko, Polsko, Maďarsko, Německo, Rakousko, Francie, Ukrajina, Litva, Lotyšsko, Estonsko, Slovinsko, Velká Británie, Švédsko, Holandsko) a máme spolupráci, např. s Čile. Snažíme se také vstoupit do Číny a jiných asijských zemí.

3) Které výrobky (výrobek) byly největším přínosem pro firmu, za který jste měli největší tržby?

Ze začátku fungování firmy se jednalo spíše o vybavení (spacíky, stany, batohy atd.), dnes se vybavení a oblečení podílí stejným měřítkem na celkových tržbách.

Obecně se velmi dobře prodávají batohy, zejména menších objemů, pak určitě spací pytle. Zaznamenali jsme také „boom“ prodeje rodinných stanů.

Pokud jde o textil, tradičně se nám dobře prodávají materiály typu 3, softshell bundy, funkční trika a „druhé vrstvy“.

4) S kterým typem výrobků (výrobkem) Vaše firma započala prodej?

Byly to spací pytle a outdoor bundy.

5) Které materiály (značky materiálů) používáte a které jste dříve používaly?

Většinou si necháváme vyvinout materiály podle našich představ a požadavků. Jedná se o funkční materiály s membránou, různé speciální úplety, velmi často používáme Cooldry materiály.

Pokud jde o značkové materiály, používali jsme materiály japonské firmy Toray.

6) Používáte, nebo používali jste nějaký materiál vyvinutý v ČR?

Ne, zatím ne.

7) Odkdy používáte vrstvené materiály a v jakých produktech jsou aplikovány?

Používáme je prakticky od začátku. Aplikují se zejména na oblečení 2vrstvé, 2,5vrstvé, 3vrstvé, 3,5vrstvé materiály na bundy. Ale používáme např. i silikonové zátěry i na našich stanech.

8) Kde (V jaké zemi) probíhá výroba?

Výroba probíhá v Asii, zejména v Číně.

9) Kde testujete Vaše výrobky (materiály)?

Jedna úroveň testování je testování materiálů – např. TZÚ Brno, SGS apod. Výrobky pak testujeme prostřednictvím našich „testerů“, tzn. lidí, kteří se věnují outdoorovým aktivitám, mají sami spousty zkušeností a jsou schopni přinést užitečný výstup z testování.

10) Jaké druhy testů Vaše firma využívá?

Pokud jde o oblečení, testujeme voděodolnost, prodyšnost, oděr, žmolkování, stálobarevnost. Pokud jde o vybavení – testuje se voděodolnost, prodyšnost, tepelná izolace, oděr atd.

11) Jak se v průběhu doby měnil způsob návrhu výrobků ve Vaší firmě? (Odkdy využíváte počítačové programy)

Využíváme služeb externích návrhářů, jak českých tak i zahraničních. Čas od času návrháře vystřídáme, aby měla kolekce určitý vývoj. Spolu s návrháři více diskutujeme o designech, trendech, barvách. Jezdíme na výstavy, které jsou pro nás klíčové. Způsob návrhu tedy nezaznamenal výraznou změnu, ale samozřejmě návrh samotný, použitý materiál, doplňky atd., to jsou věci, na kterých se intenzivně pracuje. Jsme v těsnějším spojení s našimi dodavateli materiálů. Často vznikne i návrh až na základě nějakého nového materiálu, který se nám líbí a chceme ho využít pro naši kolekci.

Příloha č. 4

Ukázka dvou bund z testovaných materiálů firmy Husky



Dámská bunda VISTA BLUE (materiál typu 2), DWR úprava, zipy YKK

Plně funkční lyžařská bunda pro ty nejnáročnější lyžařky. Je vyrobená z materiálu, který je vyvinut do nejextrémnějších podmínek. Do výbavy této bundy patří například skvěle propracovaný systém vnějších a vnitřních kapes, vnitřní elastický rukáv s otvorem pro palec a nastavitelná, prostorná kapuce.

- odvětrání v podpaží
- prodloužený zadní díl
- funkční podšívka, zateplený límec
- vnitřní maska z Lycry
- kapsa na rukavice i na MP3
- sněhový pás zabraňující průniku sněhu
- stěrka na brýle, zateplené spodní kapsy
- zvýšený límec s překrytím brady
- nastavitelná odnímatelná kapuce se zpevněným kšilem
- tvarované rukávy s vnitřním elastickou manžetou
- podlepené švy [39]



Pánská bunda WEBER RED (materiál typu 3), DWR úprava, zipy YKK

Technická lyžařská bunda s plnou výbavou. Je vyrobená z materiálu, který je vyvinut do nejextrémnějších podmínek. Do výbavy této bundy patří například skvěle propracovaný systém vnějších a vnitřních kapes, vnitřní elastický rukáv s otvorem pro palec a ergonomicky tvarovaná kapuce.

- tvarované rukávy pro lepší komfort pohybu
- reflexní prvky
- podlepené švy
- prodloužený zadní díl
- funkční odvětrání
- kapsa na MP3
- nastavitelná kapuce
- vnitřní lyžařská kukla skrytá v límci
- stěrka na brýle v kapse na rukávu
- zpevnění v oblasti ramen
- protiskluzová guma na sněhovém pásu
- nastavitelný spodní lem
- zateplené kapsy
- zateplení límce [41]